Lane Medical Library 193

Aus dem Veterinär-Untersuchungsamt des Städt. Vieh- und Schlachthofes, Bochum.
Schlachthofdirektor Dr. Rogge.

STANFORD UNIVERSITY AUG 23 1938 LIBRARY

Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration in Gefrierfleisch.

DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der
veterinärmedizinischen Fakultät
der
Hessischen Ludwigs-Universität
in Gießen.

Vorgelegt von
Heinrich Bömer
Tierarzt aus Bochum-Harpen.

1937

BUCHDRUCKEREI HAUPT, *WALDBRÖL (RHLD.)*

Gedruckt mit Genehmigung der veterinärmedizinischen Fakultät zu Gießen.

Referenten: Prof. Dr. Standfuß; Prof. Dr. Krause.

Meiner Mutter!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154009_0258

Inhaltsübersicht.

A. Schrifttum 7

I. Einleitung 7

II. Die Wasserstoffionenkonzentration und ihre Bedeutung 12

1. Die Muskulatur gesunder Tiere 12

2. Die Muskulatur kranker und notgeschlachteter Tiere 15

3. Organe gesunder Tiere 17

a) Leber und Niere 17

b) Rindereuter 18

4. Wurst 18

5. Fischfleisch 19

6. Eier 19

7. Chemisch konserviertes Fleisch 19

8. Gefrierfleisch 21

B. Eigene Versuche 21

C. Auswertung der Untersuchungen 39

D. Schlußsätze 42

A. Schrifttum

I. Einleitung.

Deutschland ist zur Zeit darauf angewiesen aus dem Ausland Fleisch einzuführen, um die Ernährung des Volkes sicherzustellen. Aus gewissen Gründen wird das fehlende Fleisch zu einem großen Teil von den südamerikanischen Staaten Argentinien und Uruguay bezogen und zwar im gefrorenen Zustande. Die technischen Verfahren haben in den letzten Jahren eine derartige Vervollkommnung erfahren, daß das Gefrierfleisch heute von der Bevölkerung gern genossen wird.

Die Untersuchung dieser im gefrorenen Zustande in das Zollinland eingehenden Tierkörper ist durch die Verordnung über die Einfuhr von Rindergefrierfleisch vom 27. 12. 1935 geregelt. Springfeld (48) weist gegenüber Schömmel (43) auf die dringende Notwendigkeit einer eingehenden Nachuntersuchung hin, da die Untersuchungsmethoden in den Überseeländern sehr problematisch seien.

Über den Wert des Gefrierfleisches sind besonders nach dem Weltkriege mancherlei Untersuchungen angestellt worden. Es ging immer wieder um die Frage, welche chemischen, welche physikalischen und bakteriellen Veränderungen das Fleisch beim Gefrier- und Auftauverfahren erleidet (Schömmel 43).

Das lebenswarme Fleisch der geschlachteten Haustiere zeichnet sich durch eine lebhafte, glänzende, heller oder dunkler rote Farbe und festgefügte Beschaffenheit aus. Die Reaktion des Fleisches ist amphoter oder alkalisch. Die Zersetzung des Fleisches wird durch im Fleisch enthaltenden Enzyme bedingt, ohne daß andere Kräfte von außen mitwirken. Dieser autolytische Vorgang wird mit Rücksicht darauf, daß das Fleisch dadurch zarter und schmackhafter wird, als Reife bezeichnet. Die rote Farbe wird heller, die Konsistenz weicher, die Reaktion sauer. (Grüttner 17) Wenn das Problem der Reifesäuerung auch noch nicht völlig geklärt ist, so ist doch bekannt, daß der Reifungsprozess durch allmähliches Anwachsen der Paramilchsäure in den Muskeln des geschlachteten Tieres chemisch charakterisiert ist. Parallel dieser Anhäufung der Milchsäure geht die schwach alkalische oder amphotere Reaktion des Muskels des soeben geschlachteten Tieres in eine klar saure über. (Makarytscheff 29). Die Milchsäure entsteht durch enzy-

matische Spaltung des Laktazidogens , das aus dem Glykogen im Muskel stammt. Der Glykogengehalt im Muskel gesunder Tiere beträgt nach Schoon (44) 0,59%; nach Ott (34) ist das Glykogen im Muskel in sehr schwankenden Mengen enthalten: Bei nüchternen Tieren 0,1 bis 0,4 %, bei gefütterten Tieren 0,7 bis 0,10 %. An Milchsäure enthält der starre Muskel 0,3 bis 0,6 %.

Ist die stärkste Säuerung erreicht, die Fleischreifung somit vollendet, dann tritt je nach den Aufbewahrungsbedingungen früher oder später die Fäulnis ein. Die Fäulnis betrifft in erster Linie der Eiweisse, jedoch auch die Kohlehydrate und Fette. Nach von Ostertag (33) entstehen bei der Fäulnis folgenden Stoffe:

1. Gase (CO_2, CH_4, H_2, N_2, NH_3, H S)
2. Fettsäuren (Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Palmitinsäure und Capronsäure)
3. Oxy- und mehrbasische Säuren (Milchsäure, Bernsteinsäure, Oxalsäure)
4. Verschiedene andere Stoffe wie Amine, Aminosäuren, Amide, Amidosäuren, Leucin, Tyrosin, aromatische Säuren, Indol, Skatol, Pepton, Ptomaine und Toxine.

Die Fäulnis ist nach von Ostertag (33) dann als vorliegend anzusehen, wenn grobsinnlich wahrnehmbare Veränderungen festzustellen sind: Der Geruch wird stinkend (Ch_4, NH_3, H_2S), die Farbe wird graurot bis graugrün, die Konsistenz wird vermindert. Die Reaktion wird durch die Bildung von Ammoniak zunächst amphoter dann alkalisch. Nach Herzner und Mann (18) muß die Ursache dieses Reaktionsumschlages in der Zunahme des Ammoniaks, der Fleischbasen und im Auftreten anderer alkalischer Zersetzungsprodukte gesucht werden. Möglicherweise spielt auch die Umwandlung der Phosphate mit.

Beim Gefrierprozeß tritt das in den Muskelzellen befindliche Wasser aus diesen heraus, sammelt sich zwischen den einzelnen Muskelfasern; besonders jedoch zwischen den Faserbündeln und kritallisiert aus. Die entstehenden Eisnadeln pressen das Gewebe auseinander, rufen zahlreiche Lücken hervor und zerreißen die einzelnen Muskelschläuche. Beim Auftauen des Fleisches fließt der Fleischsaft ab, je nach der Schnelligkeit des Auftauens mehr oder minder. Dieser besteht aus kristallisiertem Wasser, anorganischen Salzen, Muskel und Blutfarbstoffen, sowie wasserlöslichen Eiweißkörpern (Schömmel 43 und Ostertag 33). Der abfließende Fleischsaft, der bis zu 8,2 %, ja sogar 15 % betragen kann, ist nicht identisch mit dem Muskelsaft, da letzterer weniger Wasser und mehr Eiweis aufweist. Nach Richardsen und Scherubel enthält Gefrierfleisch 0,2 % Fett und Stickstoff mehr als gekühltes Frischfleisch.

Wright hat die chemischen Veränderungen, die Hammelfleisch während des Gefrierprozesses (15—20° C) aufwies in folgende Tabelle zusamengefaßt:

Anzahl der Tage:	0	28	90	160
Ammoniakstickstoff	0,9	0,9	0,7	0,8
Gesamtstickstoff	23,2	23,1	24,5	25,1
Organischer Extrakt	21,3	21,9	23,4	23,5
Fettsäure	0,26	0,28	0,28	0,30

Durch die Gefriertemperaturen werden Krankheits- und Fäulniserreger nicht vernichtet sondern nur in ihrem Wachstum und in ihrer Vermehrung behindert. Infolge der physikalischen Strukturveränderungen, die Gefrierfleisch während des Gefrierens und Auftauens erleidet, bietet es für Bakterien einen guten Nährboden. Gefrierfleisch fault deshalb nach Konrich beim Auftauen und Aufbewahren im Eisschrank um die Hälfte, bei Zimmertemperaturen 2—3 mal so schnell als nicht gefrorenes Fleisch (Schömmel 43).

Es erschien nunmehr angezeigt, zum Vergleich die autolytischen Vorgänge im Gefrierfleisch zu untersuchen, insbesondere die Wasserstoffionenkonzentration des Gefrierfleisches vergleichend zu prüfen.

Die Wasserstoffionenkonzentration.

Die Reaktion einer Flüssigkeit wird bedingt durch ihren Gehalt an Wassersoffionen, H, welche eine saure Reaktion bewirken, resp. durch den Gehalt an Hydroxylionen, O H, welche eine alkalische Reaktion herbeiführen. Eine sauer reagierende Flüssigkeit enthält mehr H-Ionen und entsprechend weniger OH-Ionen, eine alkalisch reagierende dagegen mehr OH-Ionen und weniger H-Ionen als reines Wasser. Da das Produkt (bei gleicher Temperatur) immer dasselbe sein muß, so wird zur Charakterisierung der Reaktion einer Flüssigkeit lediglich die Konzentration der H-Ionen angegeben: Die Wasserstoffionen-Konzentration (auch als „Wasserstoffzahl" bezeichnet) einer Flüssigkeit ist diejenige Zahl, welche angibt, wieviel Gramm H-Ionen in einem Liter enthalten sind. (Man bezeichnet sie mit dem Zeichen $H^{\cdot}$). Für eine Normal-Essigsäure Z. B. ist $H^{\cdot}$ gleich 0,0043 oder 4,3 x 10^{-3}. Schreibt man diesen Wert als negative Potenz von 10, so erhält man $10^{-2,366}$, oder mit anderen Worten log $H^{\cdot}$ -2,366. Diese Zahl unter Weglassung des Minuszeichens wird als Wasserstoffexponent pH (pondus hydrogenii) bezeichnet. Der Einfachheit halber wird in der Regel mit diesem Wort gearbeitet.

Reines destilliertes Wasser enthält im Liter 10^{-7} = $^1/_{1000000}$ Gramm Wasserstoffionen ($H^{\cdot}$) und ebensoviel Hydroxydionen

(OH'). Jede Lösung in der H' = OH' ist (H' = 10^{-7}, OH' = 10^{-7}) bezeichnet man als neutral. Eine neutrale Lösung hat also den Wert 7, eine saure Lösung dementsprechend eine pH von weniger als 7, eine alkalische Lösung von mehr als 7. (H ö l l 20)

Methoden der pH = Bestimmung.

1. Die elektrometische Messung.

Diese Art der Messung gibt die genauesten Werte. Sie setzt kostspielige Apparaturen und ein beträchtliches Maß an Übung voraus. Aus diesen Gründen entsprechen sie nicht den Forderungen der praktischen Fleischbeschau. Einige Autoren, H e r z n e r und M a n n (18), S c h m i d t (42) und andere empfehlen diese Methode, und heben hervor, daß sie die exaktesten Ergebnisse gebe.

2. Kolorimetrische Messungen.

Die kolorimetrischen Messungen fußen auf den elektrometrischen, da mit ihrer Hilfe Indikatoren hergestellt werden, die empirisch auf einen bestimmten pH-Wert abgestimmt sind. Die zu untersuchende Lösung wird mit einem Farbindikator versetzt; die verschiedenen Farbtönungen, die dabei entstehen können, werden mit den Indikatoren verglichen, der passende Indikator wird herausgesucht, und so auf einfachste Art die pH bestimmt.

a) L a c k m u s. Die bekannteste und älteste Methode der Reaktionprüfung ist die Verwendung von Lackmus in Form der Tinktur oder des Papieres. Diese Methode ist für die Fleischbeschau nicht ausreichend, da man mit ihr eine saure und amphotere Reaktion wohl unterscheiden kann, eine genaue Bestimmung des pH-Wertes, wie es die Belange der praktischen Fleischbeschau erfordern, nicht ermöglicht.

b) U n i v e r s a l i n d i k a t o r e n gibt es in verschiedenen Ausführungen. Die Gebräuchlichsten sind der Merk'sche und der amerikanische Indikator. Ersterer ist (nach H ö l l 20) ebenso wie der Amerikanische (nach A n d r e j e e s k i 1) geeignet, pH-Werte von 0,5 bis 0,5 zu unterscheiden. H ö l l (20) nennt sie deshalb sehr richtig unter den orientierenden pH-Messungen.

c) Die T ü p f e l m e t h o d e nach Dr. T ö d t ergibt nach H ö l l (20) sehr genaue Ergebnisse, die an Hand von Farbtabellen festgestellt werden. Vor allem wird darauf hingewiesen, daß gefärbte Flüssigkeiten wegen der geringen Schichtdicke nicht die Schwierigkeiten bieten, wie bei anderen Methoden. (G u l l n o w 14)

d) Das S t u f e n k o l o r i m e t e r zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration nach N a u m a n n (32) ist für die Fleischbeschau bisher noch nicht ausgewertet.

e) Indikatorpapierfolien nach Höll. Es handelt sich um Papiere die mit einem Farbstoff, mit Methylrot inpragniert sind. Die pH-Wertmessung geht folgendermaßen vor sich. (Schönberg 46):

I. Anlegung eines Schnittes in den zu prüfenden Muskel mit völlig trockenem und sauberem Messer.

II. Verbringen eines Streifens Methylrotindikatorpapiers in den Muskeleinschnitt und Zusammendrücken der Schnittflächen.

III. Indikatorpapierstreifen etwa 1 Minute lang liegen lassen.

IV. Vorsichtiges Herausnehmen des Papierstreifens und Vergleichen der entstandenen Farbe mit der Vergleichskala, Ablesen des pH-Wertes.

Schönberg (47) hebt besonders hervor, daß diese Methode den Vorteil habe, an verschiedenen Muskeln in kurzer Zeit angewandt werden zu konnen. Durch Vergleiche mit der Michaelis-Walpol-Methode haben sich die Indikatorpapierfolien als brauchbar für die Praxis erwiesen.

f) Die Methode mit Indikator-Dauerreihen nach Michaelis wird folgendermaßen ausgeführt (Schönberg 46): „Den zur Untersuchung notwendigen Fleischauszug stellt man sich her, indem 10 g zerkleinerter, möglichst fett- und bindegewegsfreier Muskulatur in einem sterilen, völlig trockenen Erlmeyerkolben mit 100 ccm destilliertem Wasser gut durchgeschüttelt werden. Darauf läßt man die Fleischstückchen 15 Minuten lang auslaugen und filtriert dann durch ein Hartpapierfilter. — Zur Messung benutzt man den Komparator nach Walpol. Reagenzglas Nr. 1 und 2 füllt man mit je 6 ccm des zu untersuchenden Fleischauszuges und steckt sie in das Loch Nr. 1 und 2 des Komparators. Zu Nr. 1 gibt man noch genau 1 ccm von der Stammlösung des geeigneten Indikators, in Nr. 2 ebensoviel destillierten Wassers. In das Loch Nr. 4 des Komparators steckt man ein Glas, gefüllt mit einer beliebigen Menge destillierten Wassers. Darauf wird ausprobiert, welches Röhrchen der Dauerreihe des betreffenden Indikators man in das Loch Nr. 3 zu stecken hat, damit beim Durchblick durch die Gucklöcher die gleiche Farbe entsteht. Sobald man das farbgleiche Röhrchen ermittelt hat, liest man den pH-Wert am Etikett des betreffenden Dauerröhrchens ab, und interpoliert, wenn nötig, zwischen zwei benachbarten Röhrchen."

Diese Methode wird von der Mehrzahl der Autoren angewandt, mit dem Hinweis, daß die ermittelten Werte für die Fleischbeschau ausreichend seien, und mit denen mittels des elektrometrischen Verfahrens erzielten übereinstimmen.

II. Die Wasserstoffionenkonzentration und ihre Bedeutung.

1. Muskulatur gesunder Tiere.

Man ist natürlich bestrebt, die subjektiven Feststellungen der Fäulnis durch objektive zu bestätigen und ferner eine beginnende Fleischfäulnis durch irgend eine Untersuchungsmethode erfassen zu können. Histologisch läßt sich eine Fäulnis nicht erkennen, da nach Keller (24) ein scholliger und körniger Zerfall der Muskelfasern bei gekühltem und gefrorenem Fleisch auch zu beobachten ist. Die bakteriologische Untersuchung deckt eine Infektion des Fleisches auf, ist aber nicht allein imstande, eine Zersetzung zu charakterisieren (Lenfeld 25). Außerdem schiebt die bakteriologische Untersuchung die Beurteilungsmöglichkeit zulange auf. Die chemischen Untersuchungsmethoden versuchen aus den Veränderungen, die die Fäulnis im Fleisch hervorruft, objektiv ihr Vorhandensein und ihren Grad festzustellen. Derartige Verfahren sind zahlreich ausgearbeitet, so von Tillmanns und seinen Mitarbeitern (47, 48, 49) das sogenannte Sauerstoffverfahren, die Nitratprobe und die Methylenblauprobe. Die wichtigsten und allgemein gebräuchlichsten Methoden zur Feststellung der Fäulnis sind: Die Eber'sche Probe zum Nachweis von Ammoniak, die Bleiacetatprobe zum Nachweis von Schwefelwasserstoff und die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration.

Nach Herzner und Mann (18) gibt es kein einwandfreies chemisches Verfahren zur Feststellung beginnender Fäulnis. Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration sei dazu „halbwegs" geeignet. Horowitz-Wlassowa (21) ist der Ansicht, daß die pH keine Anhaltspunkte für die Frische von Fleisch gebe. Messner (24) betont, daß es keine geeignete Methode gibt, die den sicheren Nachweis beginnender Fleischfäulnis erbringt. Durch die Bestimmung des pH-Wertes könne man das Vorhandensein der Fäulnis vermuten, unter der Voraussetzung, daß es sich um Fleisch gesunder Tiere handelt. Nach Fooy (9) ist die pH die einzige Methode zur Feststellung der postmortalen Veränderungen im Fleisch (Starre — beginnende Fäulnis — Fäulnis). Reisinger (41) ist der Meinung, daß die Bestimmung des Säuregrades (pH) eine ausgezeichnete Methode ist, um in zweifelhaften Fällen eine beginnende Fäulnis nachzuweisen.

Andrejewski (1) war der erste, der Messungen über die Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch im großen Umfange ausführte. In der Muskulatur gesunder Tiere fand er folgende Durchschnittswerte:

„I. Der vor Ablauf einer Stunde nach der Schlachtung eines Schlachttieres untersuchte Muskelwasserextrakt zeigt ohne Ausnahme die pH 6,9—6,7.

II. In den weiteren 16 bis 20 Stunden sinkt die pH auf den möglichst tiefsten Punkt. Dieser Punkt des größten Säuregrades des Muskelgewebes gesunder Tiere entspricht bei Rind-Kalb- und Schweinefleisch ziemlich genau 6,0. (Bei Pferdefleisch erreicht er gewöhnlich pH 5,7—5,8, bei Schaffleisch die Zahl 6,1—6,2). Bei Aufbewahrung des Fleisches bei 0°C. bleibt inmitten eines größeren Stückes die niedrigste Zahl pH unverändert, bis sich darin die Mikroben zu vermehren beginnen.

III. Bei Aufbewahrung des Muskels bei einer höheren Temperatur (8—15° C.) beginnt die pH des Fleisches bald nach Erreichung des tiefsten Punktes fortschreitend während 2 bis 4 Tage zu steigen, wobei es sich herausstellt, daß die pH 6,5 an der Grenze steht zwischen dem Fleisch, das für gewöhnlich noch als gut gilt, und einem, das schon einen Geruch aufweist, und für den Konsum unzulässig ist. Das Steigen auf 6,6 und höher wurde immer beobachtet, sobald sich Zeichen der Zersetzung zeigten, und auf 7,0—7,5, sobald das Fleisch fortgeschrittener Zersetzung verfallen war."

Die Ergebnisse Andrejeweki's regten an, die Methoden zu überprüfen und auszubauen. Einige Jahre vor der Veröffentlichung dieser Arbeit hatte Herzner und Mann (18) die pH im Fleisch unserer Schlachttiere untersucht. Nach ihren Messungen ist Pferde-, Rinder- und Schweinefleisch mit einer pH 6,0—6,2, gemessen auf elektrometrischem Wege mit einer Chinhydronelektrode, nicht mehr einwandfrei, solches mit einer pH von über 6,2 verdorben.

In mehreren Arbeiten beschäftigte sich Fooy (8, 9, 10) mit dem Problem der Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch. Zunächst stellt er fest (8), daß frisches Fleisch die pH 6,2, direkt nach der Schlachtung um 0,5 mehr habe. Bei einer Aufbewahrung des Fleisches bei 2—5°C. veränderte sich die pH nicht, bei einer Aufbewahrung ohne Kühlung stellte sich die pH bald auf 7,0. Dann stellte Fooy (9) fest, daß die pH in Rind- und Schweinefleisch 6,0, häufig kleiner, seltener höher, nie größer als 6,2 ist. Der Wert 6,2 deutet auf Fäulnis hin, wenn diese auch in der Regel nicht wahrgenommen werden kann. Wasserstoffionenkonzentration und Fäulnis gehen weitgehend parallel. In späteren Arbeiten konnte Fooy (10) diese Ergebnisse bestätigen, und hinzufügen, daß bei einer pH von 6,4—6,5 offensichtliche Fäulnis vorliegt.

Nach van Oyen (35) ist Fleisch mit einer pH von 6,2 und höher zu beanstanden, da es soeben „in das Inkubationsstadium der Fäulnis eingetreten sei."

Makarytscheff (27) setzt den pH-Wert für frisches gereiftes Fleisch auf 6,0—6,1 fest. Fleisch mit Abweichungen von der Norm habe den pH-Wert von mehr als 6,3.

Nach Palotti (36) beginnt die Fäulnis bei einem Wert von 6,3

Camus (4) untersuchte die Wasserstoffionenkonzentration von Fleisch in Fleischerläden. Er kam zu folgenden Ergebnissen: Die pH im Fleisch fällt in nicht aseptischer Umgebung auf 5,6, um bald wieder auf 6,0 zu steigen. Bei 6,0 ist das Fleisch nicht mehr genießbar. In aseptischer Umgebung erniedrigt sich die pH auf 5,35, ohne sich zu erheben.

Schmidt (42) maß die Wasserstoffionenkonzentration in Pferdefleisch. Ein einwandfreies Fleisch hat den Wert von 6,1 bis 6,3, verdorbenes von 6,3. Die Eber'sche Probe war positiv bei Werten von über 6,3.

Brochet (3) fand für normales Pferdefleisch die pH 6,0 Bei Fleisch, bei dem die fermentativen Prozesse weit fortgeschritten waren, ermittelte er Werte von 4,5 sogar 4,3.

Pferdefleisch und Kamelfleisch zeigen nach Makarytscheff (29) den niedrigsten pH-Wert. M. führt das darauf zurück, daß in beiden mehr Kohlehydrat in Form von Glykogen ist, aus dem sich die Milchsäure, die Ursache der sauren Reaktion, bildet.

Makarytscheff (27) und Lenfeld (26) wiesen darauf hin, daß die Ergebnisse verschiedener Untersucher erheblich differieren. Dies dürfte nach Lenfeld darauf beruhen, daß man 2 Arten von Fleisch, nämlich Fleisch von der Oberfläche und Fleisch aus der Tiefe unterscheiden muß. Hiermit dürften sich die widersprechenden Ergebnisse erklären. Der Wert von 6,2 in ausgereiften ganzen Vierteln ist viel zu gering, um Anlaß zur Beanstandung zu geben, während Fleisch, das in kleineren Stücken aufbewahrt war, und einen Wert von 6,2 zeigt, fortgeschrittener Fleischzersetzung verdächtig ist.

Einen bemerkenswerten Beitrag zur Klärung dieser verschiedenen Ergebnisse brachten Schoon und Ooms (45) mit der Feststellung, daß bei Schweinen die pH des Fleisches von den Gliedern und vom Hals beträchtliche Unterschiede aufweist. Bei Rindfleisch sollen diese Unterschiede geringer sein.

Postma (38) prüfte die Wasserstoffionenkonzentration in verschiedenen Körperstellen, und fand, daß die pH in den verschiedenen Muskeln eine sehr verschiedene sein kann. Den niedrigsten Wert zeigte stets der longissimus dorsi, den höchsten die Beuger. Er fand eine weitgehende Übereinstimmung zwischen der pH und der Muskelfarbe. Die dunklen Muskeln haben regelmäßig einen höheren Wert als die blassen. Beim Schwein liegt der pH-Wert schon in normalen Fällen in einigen Muskeln (spinalis, quadriceps femoris) über 6,2. Die Auswertung des pH-Wertes bedarf deshalb größter Vorsicht.

Betreffs Bewertung der Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch gesunder Tiere geht Schönberg (46) einen Mittelweg, dem sich auch Geiger (12) anschließt: „Fleisch, das einen pH-Wert von 6,2 hat, sollte bald verbraucht werden. Fleisch, dessen pH Wert mehr als 6,2 etwa 6,5 beträgt, muß umgehend nach vorläufiger Beanstandung auf bakterielle Zersetzung oder sonstige Veränderungen untersucht werden."

2. Muskulatur kranker und notgeschlachteter Tiere.

Auch hier war Andrejewski (1) der erste, der umfangreiche Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch kranker und notgeschlachteter Tiere anstellte. Er stellte fest, daß im Fleisch von transporterschöpften Tieren die pH nicht, oder nur unbedeutend sinkt (auf 6,6), um dann bald wieder anzusteigen. Ähnliche Ergebnisse ergab die Untersuchung des Fleisches von Tieren, die wegen pericarditis traumatica, peritonitis, metritis septica, torsi coli, schwerem Tetanus und ausgedehnten Eiterherden notgeschlachtet wurden. Bei Schweinerotlauf scheinen ähnliche Verhältnisse vorzuliegen. Bei Tuberkulose und Maul- und Klauenseuche sinkt die pH normal steigt aber rasch an. Bei haemoglobinuria equorum fand Andrejewski niedrigste Werte. A. kommt zu der Schlußfolgerung, daß Fleisch, das eine höhere pH als 6,5 zeigt, wenn die Untersuchung nach 20 Stunden nach der Schlachtung vorgenommen wird, von transporterschöpften oder kranken Tieren stammt.

Diese Feststellungen wurden von mehreren Autoren bestätigt. Grüttner (15) stellte bei den verschiedensten Krankheiten ein normales Verhalten des pH-Wertes fest. In einem Falle von Tetanus konnte er allerdings keine Hemmung der Fleischreifesäurung feststellen. Brochet (3) ermittelte bei haemoglobinuria equorum Werte von bis zu 3,0. Postma (39) fand bei Schweinen mit ungenügender Ausblutung in einem sehr hohen Prozentsatz die pH erhöht. Die pH-Zahl erlaubt jedoch keine Schlüsse auf eine bestimmte Krankheit. (Grüttner 15).

Für das besondere Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration im Fleisch kranker und notgeschlachteter Tiere gibt Schoon (44) folgende Erklärung: Die saure Reaktion des Fleisches ist durch die Milchsäure bedingt, die sich aus dem Glykogen bildet. Während der Muskel gesunder Tiere 0,59 % enthält, weist das Fleisch kranker und erschöpfter Tiere einen Glykogengehalt von nur 0,036—0,12 % auf. (Schoon 43). Daß nun im Fleisch von Tieren, in dem das Glykogen durch Muskelarbeit fast ganz oder ganz verbraucht ist, eine normale Milchsäurebildung und damit Reifesäurung ausbleibt, ist also selbstverständlich. Der hohe pH-Wert ist also ursächlich bedingt durch

eine Erschöpfung des Tieres, sei sie nun hervorgerufen durch einen ermüdenden Transport, oder durch eine Krankheit. Die Schlußfolgerung aus diesen Ausführungen zog van Oyen (35): „Der hohe pH-Wert ist die Folge eines ungenügenden Glykogengehaltes im Momente der Schlachtung."

Nach Andrejewski 1) zeigt die pH 6,5, daß das Fleisch keine normale Säuerung durchgemacht hat, falls sich keine Anzeichen von Zersetzung zeigen. Die Beurteilung solchen Fleisches hat zu berücksichtigen, daß die saure Reaktion, das natürliche Hindernis der bakteriellen Zersetzung, erheblich vermindert ist. A. lehnt die bakteriologische Untersuchung wegen ihrer Umständlichkeit ab, und hält die Messung der Wasserstoffionenkonzentration und die Bestimmung der Oxydationsfähigkeit des Fleisches auch für ausreichend, um Fleischvergiftungen vorbeugen zu können. Diese Feststellungen von A. fanden bald ihre kritische Nachprüfung: Turmandin (52) hielt auf Grund seiner Untersuchungen die Methoden Andrejewski's für sehr brauchbar. Messner 31) bemerkt, daß die Untersuchungen über den pH-Wert bei notgeschlachteten und schwerkranken Tieren noch erweitert werden müssen. In Verdachtfällen empfiehlt er die pH-Zahl festzustellen.

Nach Katrandjieff (23) konnte die Methode Andrejewski's nicht in allen Fällen befriedigende Ergebnisse bringen. Die Untersuchungen müssen noch fortgesetzt und ausgebaut werden. K. vertritt weiterhin den Standpunkt, daß die bakteriologische Untersuchung häufig nicht eindeutig ist und ergänzt werden muß.

Profé (40) lehnt auf Grund praktischer Erwägungen die Andrejewski'schen Untersuchungsmethoden ab.

Die Unterschätzung der bakteriologischen Untersuchung durch Andrejewski entsprang seiner Behauptung, daß sich die Fleischvergifter in saueren Nährböden (pH 5,8 –6,0) nicht, oder nur unbedeutend vermehren können. Schmidt (42) stellte jedoch fest, daß bei künstlicher Beiimpfung von Proteusbazillen die Alkalisierung im Fleisch beschleunigt wurde, bei Beiimpfung von Gärtner- und Paratyphusbazillen die Säuerung infolge der zuckerspaltenden Tätigkeit dieser Bakterien länger anhält. Diese Ergebnisse konnte Eberle (7) bestätigen. Fooy (11) ist der Ansicht, daß die normale pH im Fleisch keinen wachstumhemmenden Einfluß auf eine Infektion mit Fleischvergiftern hat. Er stellt fest, daß eine Wachstumhemmung erst bei Werten von weniger als 5,0 eintritt.

Jede Untersuchungsmethode hat ihr Anwendungsgebiet. Mit der Zeit wurde der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration der Platz zugewiesen, der ihr für die Beurteilung des Fleisches notgeschlachteter Tiere zukommt.

Den jetzigen Stand über die Auswertbarkeit der Bestimmung der pH-Zahl für das Fleisch notgeschlachteter Tiere gibt Schönberg (47) an: „Die pH-Bestimmung im Fleisch ist als eine sehr wertvolle Hilfsprobe bei der Untersuchung notgeschlachteter Tiere anzusehen, weil sie darüber Aufschluß gibt, ob die genügende Saurung des Fleisches eine ausreichende Haltbarkeit verspricht. Ein im Fleisch festgestellter pH-Wert von 6,4 und höher, gemessen frühestens 24 Stunden nach der Schlachtung zeigt an, daß das Fleisch nicht lange haltbar sein wird, und daher keinesfalls in freien Verkehr gelangen darf. Grundsätzlich schließe ich mich der Ansicht van Oyens an, die besagt, daß die pH-Bestimmung nicht etwa die Feststellung der sinnfällig wahrnehmbaren Veränderungen im Fleisch und die bakteriologische Untersuchung ersetzen kann."

Van Oyen (35) bemerkt ferner, daß bei ausbleibender Fleischsäuerung die Reife ausbleibt und dadurch wiederum die Verdaulichkeit und Schmackhaftigkeit erheblich herabgesetzt ist. Derartiges Fleisch ist also aus zwei Gründen minderwertig. Auch Grüttner (16) und Lenfeld (25) halten die pH Bestimmung für wertvolle Hilfsmethoden.

Nach Grüttner (16) stehen der Fleischbeschau als Haltbarkeitsproben folgende Untersuchungsmethoden zur Verfügung: Der anatomische Befund, die Haltbarkeitsprobe, die Kochprobe und die Nachprüfung der Fleischreife. Grüttner (15) vertritt die Ansicht, daß die Messung der pH für die Fleischbeschau entbehrlich ist, wenn sie auch in einzelnen Fällen eine erwünschte Ergänzung der Haltbarkeitsprobe sein kann. Er behauptet, daß für die Bewertung der Reife und Haltbarkeit die Kochprobe ausschlaggebend sei.

Lenfeld (25) erklärt, daß das beste Erkennungsmittel der Fleischreife die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration ist, daß diese Methode eine fühlbare Lücke in der Reihe der Untersuchungsmethoden ausfüllt. In einer anderen Arbeit nennt Lenfeld (26) die pH-Wertmessung unter den Hauptproben, und hält sie mit der bakteriologischen Untersuchung und dem Tierversuch für die wichtigste Untersuchung zwecks Beurteilung von Fleisch, zwecks Verwendbarkeit und Unschädlichkeit. Der pH-Wert allein kann allerdings nicht ausschlaggebend für die Beurteilung sein.

3. Organe gesunder Tiere.

a) Leber und Niere.

Nach Claussen (5) haben lebenswarme Lebern einen pH-Wert von 6,4—6,6, welcher während der ersten 24 Stunden unverändert bleibt. Nach 48 Stunden beginnt ein allmähliches Absinken der pH-Werte, das unter normalen Verhaltnissen in

absteigender gerader Linie verläuft. In wenigen Tagen schon kann das Säurungsmaximum erreicht sein. Der niedrigste Wert, den er gemessen hat, betragt 4,3. Wärme beschleunigt den Eintritt der Säurung, während Temperaturen um den Gefrierpunkt herum ein Absinken des ursprünglichen pH-Wertes 2–3 Wochen lang verzögern. Gefriertemperaturen (-3° C bis -5° C) können den pH-Wert frischer Lebern monatelang auf der ursprünglichen Höhe halten, im Gegensatz zu lebenswarm eingefrorenem Muskelfleisch, dessen H-Ionen in wenigen Tagen bis zum Säurungsmaximum absinken.

Claussen (5) weist darauf hin, daß die Säuerung der Leber d. h. die Umwandlung ihres Glykogen in Milchsäure kein bakterieller Vorgang ist, sondern enzymatisch erfolgt, analog der Milchsäurebildung im Muskel. Die Säurung verhindert oder verzögert das Wachstum der Faulnisbakterien. Normal gesäuerte Lebern faulen daher nicht, oder nur sehr schwer.

Lebern, die sich infolge unsachgemäßer Behandlung nach dem Ausschlachten im Anfangsstadium der Autolyse befinden, können vorübergehend leicht erhohte Werte von 6,6 bis 6,8 zeigen. Die Säurungsfähigkeit ist hierdurch nicht verloren gegangen. Der normale Ablauf der Säurung ist jedoch erheblich gestört.

Die pH-Werte in den Nieren zeigen sich nach Claussen (5) sehr konstant. Sie schwanken zwischen 6,3 und 6,5. Eine postmortale Säurungszunahme tritt nicht ein, auch werden die pH-Werte durch Kälteeinwirkung oder durch fortgesetzte Zersetzung nicht wesentlich beeinflußt.

b) Rindereuter.

Untersuchungen über die Wasserstoffjonenkonzentration in Rindereutern stellte Geiger (12) an und ermittelte folgende Werte: pH 6,4—6,6 in virgilen, 6,4—6,8 in laktierenden Eutern. Bei Aufbewahrung im Kühlhaus trat zwischen dem 62. und 94. Tag die stärkste Säurung ein; der pH-Wert betrug bis 5,8. Mit zunehmender Säurung beginnt die Zersetzung. Nach vierwöchentlicher Aufbewahrung waren die Euter genußuntauglich. In den Euterlymphknoten stellte Geiger Werte von 6,4—6,7 fest. Pathologische Euter zeigten keine Abweichungen von der Norm. Der pH-Wert in Rindereutern ist daher für die Fleischbeschau nicht auszuwerten.

4. Wurst.

Geweninger (13) prüfte die Wasserstoffionenkonzentration in Wurst: „Aus dem Untersuchungsergebnis geht hervor, daß der Feststellung der pH-Zahl keine Bedeutung zukommt. Sie erlaubt keinen Rückschluß auf den Grad der bakteriellen Zersetzung der Wurst.“ Diese Feststellung konnte Valleyre (53) bestätigen.

5. Fischfleisch.

Hintersatz (19) stellte umfangreiche Untersuchungen über die H-Ionenkonzentration im Fischfleisch an. Er ermittelte folgende pH-Werte: a. bei lebendfrischen Fischen pH 6,9 - 6,58—7,5—7,2. b. Bei blutfrischen Fischen pH 6;76 -6;98 7,8. c. Bei Fischen verschiedener Zersetzungsgrade pH 7,15—7,8. Auf Grund seiner Ergebnisse vertritt Hintersatz den Standpunkt, daß die Feststellung der pH-Zahl im Fischfleisch allein nicht zur Feststellung der Fischfaulnis geeignet ist. Bei Fischen läßt sich nach H. die Fäulnis grobsinnlich eher nachweisen, als der pH-Wert sie anzeigt.

Nach Poluektoff (37), der die Methode Andrejewski's für Fische auszuwerten versuchte, hat die Veränderung der Wasserstoffionenkonzentration bei Fischen einen eigentümliche Charakter. „Es erlauben allerdings die erzielten Ergebnisse, einige Durchschnittsgroßen von pH aufzustellen, die einem gewissen Grad der Tauglichkeit entsprechen. Für frische Fische ist charakteristisch pH 6,6 -6,8, für den Zersetzungsanfang 6,9 (verdächtiger Fisch) und für verdorbenen Fisch 6.9 -7,2 und höher."

6. Eier.

Beller, Wedemann und Priebe (2) fanden bei Frischeiern einen pH-Wert von 8,5—8,7. Kühlhauseier zeigten meist einen pH-Wert von 9,0. Die Tatsache, daß Frischeier häufig die pH 9,0 zeigen, macht es unmöglich, auf Grund der Wasserstoffionenkonzentration allein eine Altersbewertung vorzunehmen; Sie kann allerdings unter Berücksichtigung anderer Veränderungen einen Hinweis geben.

7. Chemisch konserviertes Fleisch.

Nach Herzner und Mann (18) kann die Bestimmung der pH-Zahl in chemisch konserviertem Fleisch nicht zur Beurteilung der Qualität herangezogen werden, da die chemischen Zusätze die Wasserstoffionenkonzentration stark beeinflussen. Als Konservierungsmittel hatten die Autoren Ameisensäure, Schwefeldioxyd und Formaldehyd verwandt.

8. Gefrierfleisch.

Nach Kallert (22) ist der Fleischreifungsprozeß durch das Einfrieren unterbrochen. Lenfeld (zit. nach Makaryt-scheff 28) behauptet, daß sich die Wasserstoffionenkonzentration im gefrorenen Fleisch nicht verändert, und daß das Säurungsmaximum, wenn es nicht vor dem Einfrieren erreicht ist, sich nach dem Auftauen einstellt. Makarytscheff (28) zeigt an Hand einiger Versuche, daß die pH trotz Temperaturen von 8° C. bis 9° C. langsam aber konstant sinkt, die fermentativen Prozesse der Fleischreifung also ihren Fortgang nehmen.

D' Autilia (6) untersuchte die Wasserstoffionenkonzentrationen im Gefrierfleisch. Er fand, daß gleiche Stücke, 7 Monate gefroren und frisch aufgetaut, einen Wert hatten nach 2—24 Stunden von 6,2, nach 64—66 Stunden pH 7,5—7,6. Waren sie neun Monate gefroren, so wurden ermittelt nach einer Stunde 6,2, nach 24 Stunden 6,6, nach 48 Stunden 6,8; nach 60 Stunden 7,0. Nach 36 Stunden waren Fäulniserscheinungen vorhanden, ohne daß die pH-Zahlen entsprechend parallelgehende Schwankungen gezeigt hätten.

Es ist das Verdienst Andrejewskys (1), die pH-Bestimmung für die Beurteilung von Fleisch herangezogen zu haben.

Diese umstrittene Frage um den Wert der pH-Bestimmung fand und findet noch heute ihren Niederschlag in der tierärztlichen Literatur. Diese Anteilnahme tierärztlicher Kreise erscheint berechtigt, zumal, wenn diese Methode ein brauchbares Ergebnis zeitigen würde, die Fleischbeurteilung auf eine erheblich einfachere Basis gestellt werden könnte.

Die Methode der pH-Bestimmung verfolgte 2 Ziele: Eine beginnende Fäulnis soll frühzeitig erkannt werden können; das Fleisch notgeschlachteter Tiere soll in kürzester Zeit auf Genußuntauglichkeit und Ungefährlichkeit beurteilt werden können.

In der ersten Frage hat die Methode versagt. Die verschiedensten in der Literatur angegebenen Werte, die eine beginnende Fäulnis anzeigen sollen, sind der deutlichste Beweis, daß von den bisher bekannten Untersuchungsmethoden keine entbehrt werden kann. Als Hilfsmittel zur Beurteilung von Fleisch notgeschlachteter Tiere, ist die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration mit Recht in die erste Reihe der Untersuchungsmethoden eingefügt worden. Die Ursache des anormalen Verhaltens der pH klärten Schoon (44), Makaryscheff (29,) van Oyen (35) und Ott (34), und gaben hiermit dieser Methode ihre Berechtigung. — Die heutige Auffassung über den Wert der pH-Bestimmung deckt sich mit der Schönbergs (47): Die pH-Bestimmung im Fleisch notgeschlachteter Tiere ist eine sehr wertvolle Hilfsprobe, denn sie gibt uns Aufschluß, ob die gnügende Sauerung des Fleisches eine ausreichende Haltbarkeit verspricht. Ein im Fleisch notgeschlachteter Tiere ermittelter pH-Wert von 6,4 und höher, gemessen frühestens 24 Stunden nach der Schlachtung zeigt an, daß das Fleisch nicht haltbar sein wird und keineswegs in den freien Verkehr gelangen darf. Die pH-Bestimmung kann jedoch nicht die Feststellung der sinnfällig wahrnehmbaren Veränderungen im Fleisch, und die bakteriologische Untersuchung ersetzen. Daß die Behauptung, die pH-Bestimmung mache die bakteriologische Un-

tersuchung entbehrlich, zweifellos eine Überschätzung dieser neuen, und dazu einfachen Methode war, bewiesen durch die praktischen Versuche Schmid (42), Eberle (7) und Fooy (11).

Die pH-Bestimmung in Organen gesunder Tiere, in Wurst, Eiern und Fischfleisch ergaben bisher keine auswertbaren Ergebnisse.

B. Eigene Versuche.

Meine Versuche stellte ich an dem im Bochumer Schlachthof eingelagerten Gefrierfleisch an. Es handelte sich um Rinderviertel, die aus Argentinien und Uruguay eingeführt waren. Es sei bemerkt, daß die einzelnen Viertel durchweg von jungen Ochsen erster Qualität stammten. Das Gefrierfleisch wurde nach den von der Reichsstelle für Tiere und tierische Erzeugnisse herausgegebenen Richtlinien behandelt. Hin und wieder mußte jedoch aus wirtschaftlichen Gründen (z. B. Absatzmöglichkeit etc.) hiervon abgesehen werden. Das im gefrorenen Zustande ankommende Fleisch wird vor der Abgabe an die Bevölkerung aufgetaut. Der gesamte Auftauprozeß, d. h. die Zeit vom Einbringen des Fleisches in den Auftauraum bis zum Beginn der Ausgabe dauerte anfangs 5—7, später 3—4 Tage. Beim Auftauen im Auftauraum wurde nach Möglichkeit eine bestimmte Temperatur innegehalten (+5° C.). Die Viertel gelangten zuweilen zur Ausgabe, auch wenn sie im Innern an den dicksten Partien noch nicht ganz aufgetaut waren. Es wurde stets Wert darauf gelegt, daß die Luft während des Auftauens gar nicht oder nur ganz schwach bewegt wurde. Vor allem sollte sie nicht zu trocken sein, damit das Fleisch nicht austrocknete und sich nicht dunkel verfärbte. Der Temperaturverlauf im Fleisch wurde von einem Thermometer mit langem Quecksilberbehälter abgelesen, das in die dickste Stelle eines Viertels eingeführt wurde, und zwar beim Hinterviertel in die Keule und beim Vorderviertel unter das Schulterblatt.

Meine Versuche sollten nunmehr klären, wie sich der pH-Wert im Gefrierfleisch verhält, und welche Veränderungen beim Auftauen unter besonderer Berücksichtigung der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Haltbarkeit des Fleisches festzustellen sind.

Die zu untersuchenden Fleischstücke wurden bei den vergleichenden Untersuchungen immer aus denselben Partien entnommen, um ein gleichmäßiges Ergebnis erhalten zu können. Es war aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, die Proben aus der Tiefe zu entnehmen. Dies würde auch den Belangen der praktischen Fleischbeschau nicht entsprechen. Es wurde jedoch darauf geachtet, daß die oberflächlichsten, von der Luft veränderten Schichten entfernt wurden. Kam das Fleisch zum

Verkauf, so wurden von den in Versuch genommenen Vierteln Stücke, soweit möglich würfelförmig, von ca. 2 Kilo Gewicht in den jeweils bezeichneten Räumen zur weiteren Untersuchung belassen.

Zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration wurde die Methode nach Michaelis-Walpole angewandt.

Die Untersuchungen wurden in der Regel alle 24 Stunden vorgenommen.

Versuch I.

Rinderviertel mit dem Brandzeichen „Uruguay" (Swift). Der Versuch wurde angestellt an 20 Vordervierteln. Die Proben wurden entnommen am Zwerchfell.

Wie aus Tabelle I hervorgeht, wurde bei einer Temperatur im Fleisch von -4,5° C. und -3,5° C. im Durchschnitt die pH 6,22 gefunden, höchster Wert war 6,4, niedrigster 6,1. Das Auftauen erfolgte in 7 Tagen bei einer Luftfeuchtigkeit von durchschnittlich 60% und einer Umgebungstemperatur von durchschnittlich 4° C. Nach beendetem Auftauen wurden die Viertel in das Kühlhaus gehängt. Die jetzige Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration ergab nunmehr den Durchschnitt 6,0, der höchste pH-Wert betrug 6,2, der niedrigste Wert, 5,8. Das Fleisch hatte sich bisher gut gehalten. Es wurde als einwandfrei in den Verkehr gegeben. Irgendwelche Beanstandungen wurden auch später nicht bekannt.

Tabelle I.
pH-Bestimmung.

Tag	1	2	8	9
Innentemperatur der Muskel:	-4,5	-3,5	+1°	+2°
Probe:				
1	6,2	6,2	6,1	5,9
2	6,2	6,2	6,0	5,9
3	6,3	6,3	5,9	5,8
4	6,2	6,3	5,9	5,8
5	6,2	6,2	6,0	6,2
6	6,3	6,3	6,1	
7	6,2	6,2	6,1	
8	6,2	6,2	5,9	
9	6,2	6,2	5,8	
10	6,3	6,3	5,9	6,0
11	6,1	6,1	6,3	6,2
12	6,4	6,4	6,1	6,1
13	6,2	6,2	6,0	
14	6,1	6,1	5,9	
15	6,2	6,2	6,0	
16	6,2	6,2		
17	6,2	6,2		
18	6,3	6,2		
19	6,2	6,2		
20	6,2	6,2		

Versuch II.

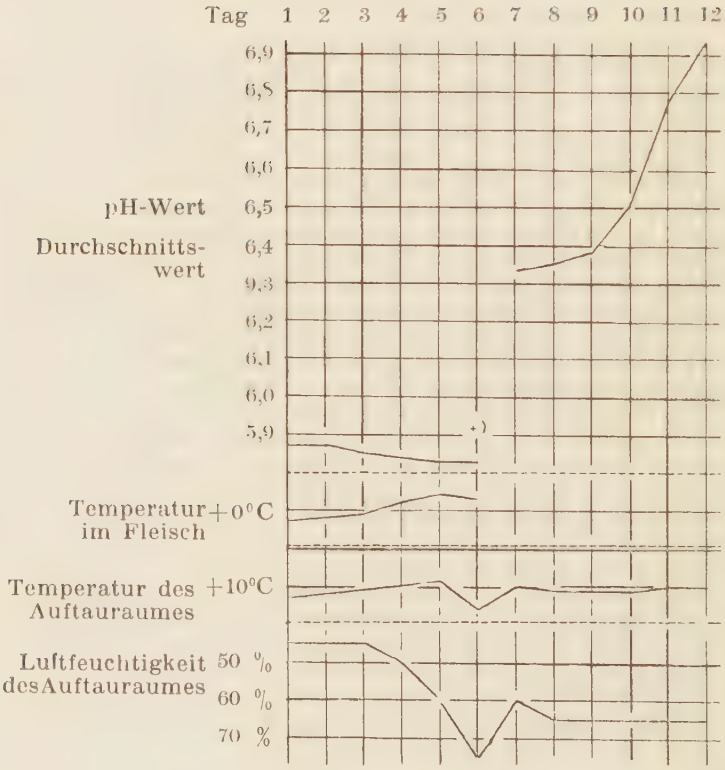
Rindervierteln mit dem Brandzeichen „Argentinia." In Versuch genommen wurden 30 Vorderviertel. Die Proben waren anfangs am Zwerchfell später am Unterarm entnommen.

Die ermittelten Werte sind in Tabelle IIb niedergelegt. Das Verhalten des Durchschnittswertes geht aus Tabelle IIa hervor aus der auch die Dauer des Auftauens, Temperatur und Luftfeuchtigkeit ersichtlich sind.

Als Durchschnittswert wurde bei Einführung des Gefrierfleisches in den Auftauraum der pH-Wert von 5,87 erhalten, der während des Auftauens um ein geringes sank und zwar auf 5,83. Die Verhältnisse des Versuches I wurden also nur in etwa wieder angetroffen.

Da die Viertel 6 Tage nach Beginn des Versuches aufgetaut waren und zum Verkauf kamen, wurden Stücke aus mehreren entnommen, um an diesen das weitere Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration zu verfolgen. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurden möglichst große Stücke aus dem Unterarm herausgeschnitten und diese weiterhin im Auftauraum geprüft. Es ergab sich laut Tabelle IIa ein Anfangsdurchschnittswert von 6,33. Der höchste Wert betrug 6,4, der niedrigste 6,0. Das Ergebnis überrascht nicht so sehr im Hinblick auf den am vorhergehenden Tage ermittelten Wert, da die Untersuchungsbedingungen infolge der Verschiedenheit der Proben sehr verschieden waren, viel auffälliger war, daß eine derartige pH-Zahl bei fleischbeschaulich völlig einwandfreiem Fleisch auftrat. Dieser Wert blieb einige Tage ungefähr konstant. (Siehe Tabelle IIb). 7 Tage nach erfolgtem Auftauen, 10 Tage nach Beginn des Versuches wurde an einer Probe (Nr. 14) mit dem Werte 6,6 eine Oberflächenfäulnis festgestellt, während die anderen Proben mit den Werten 6,5 keine grobsinnlich wahrnehmbaren Veränderungen zeigten. Am folgenden Tage wurde bei einem Durchschnittswert von 6,76 höchster Wert 6,9, niedrigster Wert 6,6 an allen Proben eine deutliche Fäulnis, schmierige, grünliche Oberfläche, grünliche Verfarbung der Sehen, fauliger Geruch und verminderte Konsistenz ermittelt. Innerhalb 24 Stunden nahmen diese Erscheinungen an Stärke bedeutend zu. Das Fleisch vom Unterarm wäre demnach erst mit dem Wert 6,5 zu beanstanden gewesen, da nach der geringsten Erhöhung der pH , die in kurzer Zeit eintrat, es auch grobsinnlich als genußuntauglich zu beurteilen war.

Tabelle IIa.



*) Beendigung des Auftauens.

Tabelle IIb.

pH-Bestimmung.

Tag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Probe												
1	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
2	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	6,4	6,4	6,4	6,5	6,8	7,9
3	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	6,0	6,0	6,2	6,4	6,0	6,7
4	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,8						
5	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
6	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
7	6,0	6,0	5,9	5,9	5,9	5,8	6,2	6,2	6,3	6,5	6,7	7,0
8	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	5,9	6,3	6,4	6,4	6,5	6,8	7,0
9	6,0	6,0	5,9	5,8	5,8	5,8						
10	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	6,4	6,4	6,4	6,5	6,8	7,0
11	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
12	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
13	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	6,4	6,4	6,4	6,5	6,7	6,7
14	6,0	6,0	5,9	5,9	5,9	5 9	6,4	6,5	6,5	6,6	6,9	7,2
15	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8						
16	6,0	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9						
17	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8						
18	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
19	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9						
20	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5 8						
21	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5 8	6,4	6,4	6,4	6,5	6,8	7,0
22	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
23	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
24	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	6,4	6,4	6,4	6,5	6,8	7,0
25	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
26	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	6,4	6,4	6,4	6,5	6,7	6,9
27	6,1	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0						
28	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
29	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8						
30	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8						

Versuch III.

Rinderviertel mit dem Brandzeichen „Uruguay“ (Swift). In Versuch genommen wurden 5 Vorderviertel und 5 Hinterviertel. Die Proben wurden entnommen von den Vordervierteln am Zwerchfell, Hals, Rücken und Unterarm, von den Hintervierteln aus der Bauchmuskulatur und vom Unterschenkel. In diesem Versuch sollte das Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration in den einzelnen Teilen bei gleichen Umweltbedingungen geprüft werden.

Die Dauer des Auftauens, Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind aus Tabelle IIIa ersichtlich, während die einzelnen pH-Werte in Tabelle IIIb aufgeführt sind.

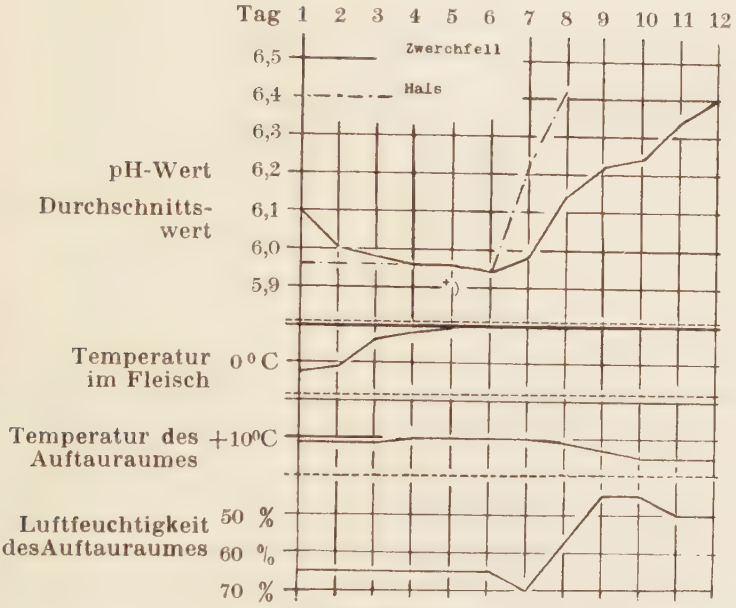
In den einzelnen Fleischteilen wurden sehr verschiedene Werte ermittelt. Die Unterschiede betrugen laut Tabelle IIIb bis zu 0,5. Auffällig ist, daß gerade im Unterarm fast stets sehr

hohe Werte festzustellen sind. Während des Auftauens sank die Wasserstoffionenkonzentration im Zwerchfell um 0,16, im Bauchmuskel um 0,6, im Unterschenkel ebenfalls um 0,16, während sie im Hals und Rücken konstant blieb, im Unterarm dagegen um 1,8 stieg. Grobsinnlich war das Fleisch stets einwandfrei.

Am 6. Tage kamen die Viertel zum Verkauf.

Zur weiteren Prüfung der pH konnten lediglich Stücke vom Hals und vom Zwerchfell im Auftauraum belassen werden. 5 Tage nach erfolgtem Auftauen am 7. Untersuchungstage wurde an der Probe 3b (Tabelle IIIb) mit einem Wert von 6,3 Oberflächenfäulnis festgestellt, an der Probe 4b mit einem Wert von 6,6 Fäulnis mit allen ihren typischen Erscheinungen. Am folgenden Tage zeigten alle Fleischstücke vom Hals mit Werten von 6,2- 6,6 eine deutliche Fäulnis, schmierigen Belag, dunkelrotgrünliche Verfärbung und fauligen Geruch. Die Stücke vom Zwerchfell zeigten langsam höhere Werte, um am 9. Untersuchungstage bei der pH 6,2 6,3 beginnende Zersetzungserscheinungen, Eintrocknung, dunkelrote Verfärbung und muffigen Geruch erkennen zu lassen, die am folgenden Tage bei Werten von 6,4 deutlicher wurden. Das Fleisch war in diesem Zustande als genußuntauglich anzusehen. Die starke Eintrocknung an den Zwerchfellproben muß auf ihre natürliche trockene Beschaffenheit und auf die geringe Luftfeuchtigkeit die nach dem Auftauen im Auftaubewahrungsraum herrschte, zurückgeführt werden. Die saftigeren Muskelstücke vom Hals fielen viel früher der Fäulnis anheim.

Tabelle III a.



*) Beendigung des Auftauens.

Tabelle III b.

pH-Bestimmung.

Tag:	1	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Probe:												
1a Zwerchfell	6.0	5.9	5.9	5 9	5.9	5.9	5.9	6.1	6.2	6.2	6 3	6 4
b Hals	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.4				
c Rücken	5.8	5.8	5.8	5.8	5 8							
d Unterarm	6.0	6.1	6.1	6.3	6.3							
2a	6.2	6.1	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	6.1	6 2	6.2	6 3	6.4
b	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.2				
c	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8							
d	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4							
3a	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6 2	6.2	6 2	6.4	6.4
d	6.4	6.4	6.4	6 4	6.4	6.1	6 3	6.3				
c	6.1	6.0	6.0	6.1	6.1							
b	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9							
4a	6.1	6.1	6.1	6.0	6 0	6.0	6.1	6.1	6.2	6.2	6.4	6.4
b	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.6	6.6				
c	5.8	6.0	6.0	5.9	5 8							
d	6.2	6.3	6.4	6.4	6.4							
5a	6 0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.2	6.3	6.3	6.3	6.4
b	6.2	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.2	6.6				
c	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9							
d	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4							

Tabelle IIIc.

pH-Bestimmung.

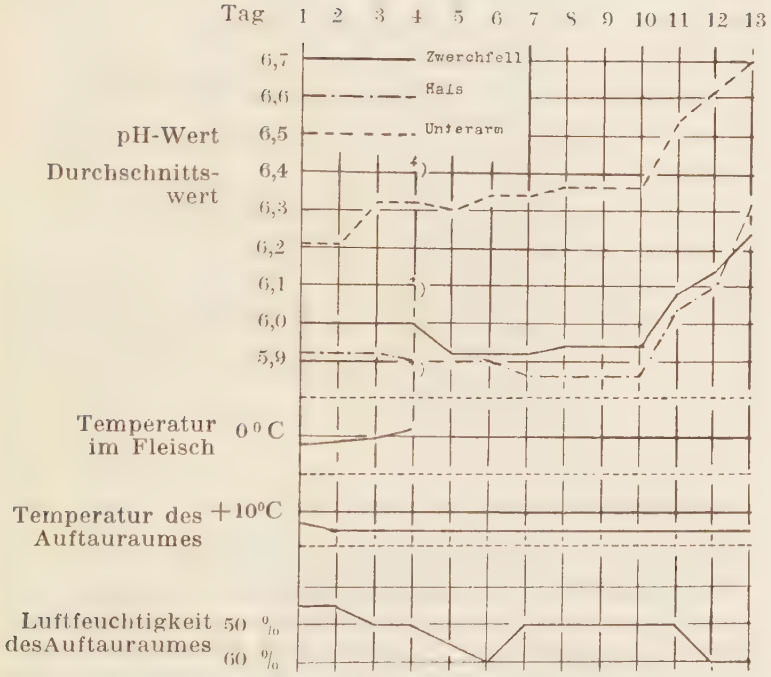
Tag:	1	2	3	4	5
Probe:					
1a Bauchmuskel	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9
b Unterschenkel	6.0	6.0	5.9	5.8	5.8
2a	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
b	6.0	6.0	6.0	5.9	5.8
3a	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
b	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9
4a	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9
b	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9
5a	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9
b	6.0	6.0	6.0	5.9	5.8

Versuch IV.

Rinderviertel mit dem Brandzeichen „Uruguay“ (Swift). In Versuch genommen wurden 5 Vorderviertel. Die Proben wurden entnommen am Zwerchfell, Rücken, Hals, Bauch und Unterarm.

Die Dauer des Auftauens, Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind in Tabelle IVa aufgeführt. Wie aus der Tabelle IVb ersichtlich ist, stiegen wieder die Werte im Unterarm, während die pH in den anderen Fleischteilen weitgehend übereinstimmte. Nach beendigtem Auftauen und Verkauf wurden Stücke in oben beschriebener Form vom Zwerchfell, Hals und Unterarm zur weiteren Untersuchung benutzt. Ein plötzliches Steigen der Kurve machte sich am 11. Untersuchungstage, 7 Tage nach dem Auftauen bemerkbar. Die Stücke vom Zwerchfell waren stark eingetrocknet, hart, fast mumifiziert, sie zeigten eine dunkelrotbraune Verfärbung und einen muffig-süßlichen Geruch. Die Fleischstücke vom Hals und Unterarm waren an der Oberfläche mäßig eingetrocknet, und wiesen einen klebrig-grünlichen Belag auf. Ihre Schnittfläche ist weniger saftig als normal. Diese beginnenden Zersetzungserscheinungen zeigten sich schon bei dem auffallend niedrigen Wert von 6,0 sowohl im Zwerchfell wie auch in den Proben vom Hals (siehe Tabelle IVb). Im Unterarm wurden bei denselben Veränderungen Werte von 6,5—6,6 ermittelt. Das Fleisch war in diesem Zustande als genußuntauglich anzusehen. In den nächsten Tagen stieg die pH unter Zunahme der beschriebenen Erscheinungen.

Tabelle IVa.



*) Beendigung des Auftauens.

Tabelle IVb.

pH-Bestimmung.

Tag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Probe:													
1a Zwerchfell	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.2
b Rücken	5.9	5.9	5 9	5.9									
c Hals	6 1	6.1	6.1	6 1	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.4
d Bauch	6.2	6.2	6 3	6.3									
e Unterarm	6.4	6.4	6.4	6.4	6 2	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.5	6.6	6.7
2a	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.2	6.2	6.3
b	6.0	6.0	5.9	5.9									
c	6.0	6.0	6 0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	6.1	6.1	6.4
d	6.3	6.3	6.4	6.4									
e	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6 3	6.3	6.4	6.4	6.4	6.6	6.7	6 9
3a	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.3
b	5.9	5.9	5.8	5 8									
c	5.8	5.8	5 8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.0	6.2
d	6.1	6.1	6 1	6.0									
e	6 2	6.2	6.3	6 3	6 2	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.6	6.6	6.6
4a	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.2
b	5 8	5.8	5 8	5.8									
c	5.8	5 8	5.8	5 8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.1	6.3
d	6.0	6.0	6.0	6.0									
e	6.1	6.1	6.2	6.2	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.5	6.6	6.7
5a	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.1	6.2
c	5.9	5.9	5.9	5.8									
c	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.1	6.3
d	6.0	6.0	6.0	6.0									
e	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.5	6.6	6.6

Versuch V.

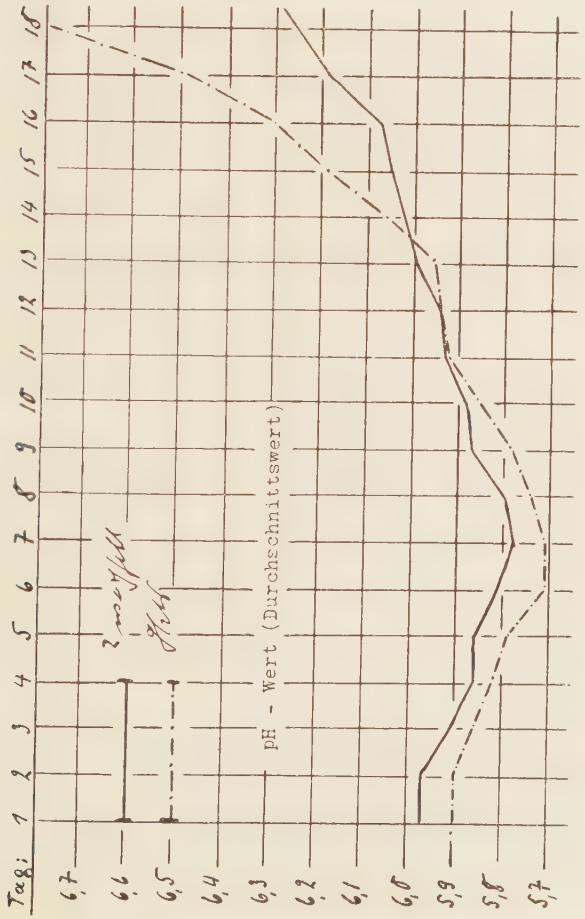
Rinderviertel mit dem Brandzeichen „Uruguay“ (Swift). Der Versuch wurde angestellt an 10 Vordervierteln. Die Proben wurden entnommen am Zwerchfell und am Hals.

Am ersten Tage wurde im Fleisch eine Temperatur von -3,5°C. gemessen. Am 5. Untersuchungstage war eine Temperatur von +1,5°C. erreicht, das Auftauen also beendet. Die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit während des Auftauens betrug 45 -50 %. Vom 5. Tage an wurden aus den Vierteln herausgeschnittene Stücke bei Außentemperatur (Ende April, Anfang Mai) aufbewahrt.

Während und nach dem Auftauen sank die pH im Zwerchfell und Hals um je 1,9. Die tiefsten Werte wurden am 7. Untersuchungstage erreicht (Tabelle Vb). Vom 7. Tage an stieg die Wasserstoffionenkonzentration konstant. Am 10. Tage wurde an allen Stücken ein leichter Schimmelbelag festgestellt. Dieser nahm sehr schnell zu und bedeckte am Ende der Untersuchung alle Stücke vom Zwerchfell in großen Rasen. Auf den Stücken vom Hals wurde der Schimmel bald durch eine Oberflächen-

fäulnis verdrängt, die sich am 14. Untersuchungstage deutlich bemerkbar machte. Diese Zersetzungserscheinungen gingen nun schnell in die Tiefe, sodaß am 15. Tage ein leicht süßlich-fauliger Geruch und eine dunkelrotbraune Verfärbung festgestellt werden konnte. Am 16. Tage konnte bei allen Proben mit Werten von mehr als 6,1 eine deutliche Fäulnis festgestellt werden, die sich in den nächsten Tagen bei steigenden Werten bedeutend verstärkte. Die Stücke vom Zwerchfell zeigten am 17. Tage bei Werten von 6,1—6,3 deutliche Zersetzungserscheinungen: Fauligen Geruch, dunkelrotbraune Verfärbung.

Tabelle Va.



*) Beendigung des Auftauens.

Tabelle Vb.

pH-Bestimmung

Tag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Probe:																		
1a	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.1	6.2	6.9
Zwerchfell:																		
b	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.7	5.7	5.7	5 8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.2	6.9
Hals:																		
2a	6.0	6.0	6.0	5 8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5 9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.2	6.3
b	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.2	6.2	6.4	6.8
3a	6.0	6.0	5.9	5 9	5.9	5.7	5.7	5.7	5.8	5 9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.3
b	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5 8	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.6
4a	5.9	5.9	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.8	5 8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.2	6.4
b	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7.	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	5 9	5.9	6.1	6 2	6.4	6 5	6.7	6.9
5a	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.8	5 8	5.8	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.2	6.3
b	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5 9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.1	6.4	6.7
6a	6 0	6.0	5 9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
b	6.0	6.0	5.9	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.9	5 9	5.9	6.0	6.0	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9
7a	6 0	6.0	5.9	5 9	5 9	5.9	5.8	5 8	5 9	5 9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6 2	6.3
b	5.9	5.9	5.9	5.8	58	5.8	5.7	5.7	5.7	5.8	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.2	6.4	6.7
8a	6.0	6 0	6.0	6.0	6.0	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.3
b	5.9	5 9	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5 8	5.8	5 8	5.8	5.8	5.8	6.0	6 2	6 5	6.5	6.8
9a	5.9	5.8	5.8	5 8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.3
b	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.9	6.0	6.0	6.1	6 2	6.4	6.5	6.7	6.9
10a	5.9	5 9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.4
b	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.9	6.0	6.0	6.2	6.4	6.5	7.0

Versuch VI.

Rinderviertel mit dem Brandzeichen „Uruguay“ (Swift). In Versuch genommen wurden 12 Vorderviertel. Die Proben wurden entnommen am Zwerchfell und am Hals.

Die Dauer des Auftauens, Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind aus Tabelle VIc ersichtlich. Als die Viertel am 3. Untersuchungstage zum Verkauf kamen, wurden Fleischstücke entnommen, und teils in das Kühlhaus gehängt, teils im Auftauraum belassen. In diesem Versuch sollte das Verhalten der Wasserstoffionenkonzentration bei verschiedenen Temperaturen geprüft werden.

A. Kühlhaus. (Tabelle VIa und VIb). Im Kühlhaus herrschte eine konstante Temperatur von +2°C. und eine Luftfeuchtigkeit von durchschnitlich 75%.

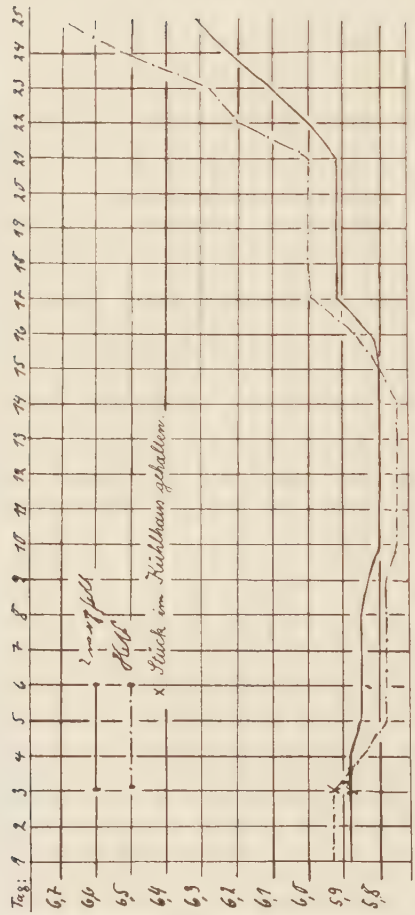
Der pH-Wert der auch hier wieder im Zwerchfell höher war, als in der Halsmuskulatur, blieb während der ersten drei Tage durchschnittlich konstant. Sobald das nun aufgetaute Fleisch in Stücke zerschnitten wurde, sanken die Werte unverzüglich, obgleich sie doch bei Kühlhaustemperaturen gehalten wurden (Tabelle VIa und VIb). Daß die Wasserstoffionenkonzentration im Hals um 1,5 und im Zwerchfell nur um 0,8 abnahm, ist sicherlich auf die verschiedene Beschaffenheit dieser Gewebe zurück-

zuführen. Dann blieben die Werte bis zum 14. bzw. 15. Untersuchungstage konstant. Mit dem folgenden Steigen der pH konnte an den Proben vom Hals ein schmieriger, grünlicher Belag beobachtet werden, zum Teil war eine geringgradige Schimmelbildung bemerkbar, die am deutlichsten an Probe 2b festzustellen war. Die Außenbezirke hatten unter dem Einfluß der Luft eine dunkelrotbraune Farbe angenommen. An der Oberfläche war ein leicht fauliger Geruch wahrzunehmen. Im Inneren des Fleisches konnten keine Veränderungen festgestellt werden. Mit dem plötzlichen Steigen der pH am 22. Untersuchungstage wurde im Fleischinnern der Geruch etwas verändert. Am 23. Tage war ein leicht fauliger Geruch an allen Proben, mit Ausnahme Probe 4b wahrzunehmen bei Werten von 6,2 bis 6,4. Die beginnenden Fäulniserscheinungen nahmen in den nächsten Tagen bedeutend zu. Am 23. Untersuchungstage waren alle Fleischstücke vom Hals als genußuntauglich zu bezeichnen. Die pH-Werte im Zwerchfell verhielten sich bis zum 21. Untersuchungstage ähnlich denen des Halses. Die Fleischstücke waren mäßig angetrocknet. Der Geruch wurde mit dem Steigen der Kurve muffig-süßlich, die Farbe braunrot. Ein Belag war an den Zwerchfellfaszien nicht, an den freiliegenden Fleischteilen geringradig vorhanden. Der Geruch nahm in den nächsten Tagen bedeutend zu. Etwaige andere Veränderungen konnten nicht festgestellt werden.

B. Auftauraum. (Tabelle VIc und VId). Auch hier zeigte sich, daß der pH-Wert durch die Größe der zu untersuchenden Stücke beeinflußt wird. Schon nach der Zerteilung sank die Zahl, und zwar im Hals und im Zwerchfell um 0,5. Sehr deutlich zeigte sich in diesem Versuch die unterbrochene Fleischreife. Die Verhältnisse betreffs der Fäulnis lagen ähnlich, wie bei den anderen Versuchen. Die erste Abweichung zeigte die Probe 2b am 10. Untersuchungstage. Es waren ein klebriger Oberflächenbelag und ein fauliger Geruch, auch in der Tiefe, festzustellen bei einer pH von 6,0. Andere Stücke dagegen mit dem Wert 6,0 (Probe 4b und 6b) zeigten im Inneren des Fleisches keine Abweichungen. Am 12. Untersuchungstage zeigten alle Fleischstücke mit Werten von 6,0 und darüber im Innern des Fleisches geringere oder stärkere Abweichungen. Am 14. Untersuchungstage war an allen Proben (ausgenommen 6a) deutliche Fäulnis eingetreten. Am Zwerchfell waren die Zersetzungserscheinungen wieder trockener, als am Hals.

Bei Gegenüberstellung der im Kühlhaus und der im Auftauraum aufbewahrten Stücke kann man an Hand der Tabellen VIa und VIb erkennen, daß die pH-Zahl bei höherer Temperatur viel schneller ansteigt als bei Kühlhaustemperatur. Hinzu kommt, daß auch die Feuchtigkeit verschieden ist.

Tabelle VIa.



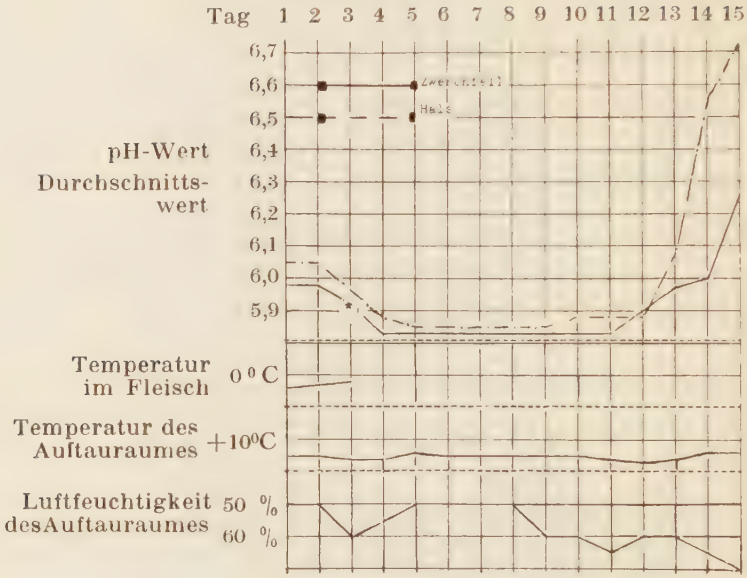
*) Beendigung des Auftauens.

Tabelle VIb.

pH-Bestimmung.

Tag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Probe:																									
1a Zwerchfell	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3
b Hals	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	6.1	6.2	6.6	6.7
2a	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.2	6.4
b	6.0	6.0	6.0	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.0	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.4	6.6	6.8
3a	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.3	6.4
b	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.2	6.4	6.7
4a	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5 9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.2
b	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	6 0	6.1	6.3	6.5
5a	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5 8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3
b	6.1	6.1	6.1	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.2	6.3	6.6	6.8
6a	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6 0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4
b	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5 8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.2	6.3	6.3	6.3	6.3	6.4	6.6	6.8

Tabelle VIc.



*) Beendigung des Auftauens.

Tabelle VId.

pH-Bestimmung.

Tag:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Probe:															
1a Zwerchfeil	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5 9	6.1	6 2
b Hals	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	6.6	6.8
2a	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.1	6.1	6.1	6.3
b	6.1	6.1	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.0	6.2	6.4	6.8	6.9
3a	6.0	6.0	6.0	5 9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.1	6.3
b	6.1	6.1	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	6.3	6.5
4a	6.0	6.0	6.0	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.2	6.3
b	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6 0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.5	6.7
5a	6.0	6.0	5.9	5 9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.8	6.0	6.0	6.1	6.2
b	6.0	6.0	6.0	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.9	5.9	6.4	6.6
6a	6.0	6.0	6.0	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	6.0	6.2
b	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.7	6.9

Versuch VII.

In diesem Versuch wurde die pH in den Lymphknoten untersucht unter Berücksichtigung der Temperatur im Fleisch. Es wurde derart verfahren, daß täglich in fünf Darmbeinlymphknoten die Wasserstoffionenkonzentration geprüft wurde. Wegen der geringen Größe der Lymphknoten wurden jedesmal nur 5 Gramm verarbeitet.

Tabelle VII.
pH-Bestimmung.

Tag	1	2	3	4	5	6*)	7
Lnn.							
1	6.7	6.7	6.6	6.7	6.5	6.6	6.5
2	6.7	6.6	6.6	6.5	6.6	6.6	6.7
3	6.6	6.7	6.6	6.6	6.7	6.6	6.6
4	6.5	6.6	6.7	6.7	6.7	6.6	6.5
5	6.6	6.6	6.7	6.6	6.6	6.7	6.6
Temperatur des Fleisches	−5,5°	−1,5°	−0,5°	−1,4°	+3,0°	+3,0°	+3,0°

*) Ab 6. Tag Verbleib im Kühlhaus.

Die pH in den Lymphknoten war konstant 6,5 bis 6,7. Ein Einfluß der Fleischtemperatur konnte nicht beobachtet werden. In jedem Falle handelte es sich um unveränderte Lymphknoten aus einwandfreien Vierteln.

Versuch VIII.

In diesem Versuch wurden in verschiedenen Feischerläden der Stadt Bochum Gefrierfleich zur Untersuchung entnommen.

Die Proben (Tabelle VIIIa) waren 4 Tage nach der Abgabe der aufgetauten Gefrierfleischviertel beschafft worden. Zur Untersuchung gelangte Fleisch aus den verschiedensten Teilen (siehe Tabelle VIIIa). Das Fleisch wurde möglichst in der Hauptbetriebszeit gekauft, d. h. also, wenn es bereits gewisse Zeit im Verkaufsraum bei der dort üblichen Temperatur gelegen hatte. Nach der mündlichen Versicherung der in Frage kommenden Metzgermeister war das Fleisch außerhalb der Verkaufszeit ständig im eigenen Kühlraum gehalten. Die Proben wurden erst kurz vor Abgabe an die Käufer aus einem größeren Stück herausgeschnitten. Das Material wurde dann auf dem schnellsten Wege zum Veterinäruntersuchungsamt gebracht und dort sogleich von mir untersucht.

Aus Tabelle VIIIa ist ersichtlich, daß die ermittelten pH-Werte zwischen 5,6 und 6,2 schwankten. Alle Proben waren auf Grund der grobsinnlichen Befunde als einwandfrei zu bezeichnen. Nach 24stündiger Aufbewahrung im Eisschrank wurde das Fleisch erneut untersucht. In allen Stücken wurden die glei-

chen Werte ermittelt. Lediglich die „flache Rippe" wies den erhohten pH-Wert von 6,4 auf. Diese Probe hatte auch bereits einen leicht süßlich-fauligen Geruch.

Von einer weiteren Prüfung mußte abgesehen werden.

Tabelle VIIIa.

pH-Bestimmung.

		nach 24 Std.			nach 24 Std.
Brustspitze	5.8	5.8	Brust	5.7	5.7
Zungenstück	5.7	5.7	Roastbeef	5.7	5.7
Brustmitte	5.8	5.8	Flanke	5.6	5.6
Lende	5.7	5.7	Flache Rippe	6.2	6.4
Schwanzstück	5.9	5.9	Unterschwanzstück	5.7	5.7
Binnerspalt	5.6	5.6	Beinstück	5.8	5.8
Blume	5.8	5.8	Hohe Rippe	5.7	5.7
Schulter	5.8	5.8	Kugel	5.8	5.8
Mittelflanke	5.9	5.9	Oberschale	5.7	5.7
Kamm	5.7	5.7	Bauchstück	5.7	5.7

Weiterhin wurde in dieser Versuchsreihe Gefrierfleisch geprüft, das sieben Tage nach der Ausgabe aus dem Schlachthof beschafft worden war. Auch diese Proben waren erst kurz vorher aus einem größeren Stück herausgeschnitten.

Die pH-Werte unterschieden sich laut Tabelle VIIIb nicht bedeutend von dem nach 4 Tagen untersuchten Material, das in Tabelle VIIIa aufgeführt ist. Auch dieses Fleisch war grobsinnlich einwandfrei. Selbst die aus dem Unterarm stammenden Proben waren bei einem pH-Wert von 6,3 nicht zu beanstanden. Allerdings sind ja derartig hohe Werte im Unterarmfleisch aus meinen vorhergegangenen Versuchen ebenfalls bekannt. Nach 24stündiger Aufbewahrung im Eisschrank wurde die pH wieder geprüft. Die Proben mit den Werten von 6,3 und darüber ließen einen süßlich-fauligen Geruch erkennen, ausgenommen die Stücke vom Unterarm, die bei Werten von 6,3 keine Abweichungen zeigten.

Tabelle VIIIb.

pH-Bestimmung.

		nach 24 Std.			nach 24 Std.
Flanke	5.9	6.0	flache Rippe	6.2	6.6
Brustmitte	5.8	5.8	Oberschenkel	5.9	5.9
Brustspitze	5.8	6.0	Oberarm	5.7	5.7
Deckel	6.1	6.4	Binnerscpalt	6.3	6.6
Zungenstück	5.8	5.8	hohe Rippe	6.2	6.4
Roastbeef	6.2	6.5	flache Rippe	6.1	6.4
Unterarm	6.3	6.3	Keule	5.8	6.0
Bug	6.1	6.3	Lappen	6.0	6.3
Zwerchfell	5.8	5.8	Unterarm	6.2	6.3

Das Fleisch zum letzten Versuch (Tabelle VIIIc) war 18 Tage nach der Ausgabe aus dem Schlachthof beschafft worden. Aus

äußeren Gründen war es nicht möglich, das an sich grobsinnlich einwandfreie Fleisch sofort zu untersuchen, sondern die Proben konnten erst nach 24stündiger Aufbewahrung im Eisschrank auf ihren pH-Gehalt geprüft werden.

Die Werte lagen durchweg recht hoch (siehe Tabelle VIIIc). Alle Fleischstücke mit Werten von 6,3 und darüber zeigten grobsinnlich Zersetzungserscheinungen und waren als genußuntauglich anzusehen.

Tabelle VIIIc.

pH-Bestimmung.

Bug	6.3	Schwanzstück	6.6
Zwerchfell	6.1	Schild	6.3
Deckel	6.5	Brustspitze	6.0
Unterarm	6.6	Oberarm	6.3
Mittelflanke	6.6	Mittelbrust	6.0
Roastbeef	6.3	Binnerspalt	6.8
flache Rippe	6.4	Filet	6.5
Roastbeef	6.3	Zungenstück	6.3
Keule	6.2	hohe Rippe	6.5
Mittelbrust	6.2	flache Rippe	6.1

C. Auswertung der Untersuchungen.

Meine Untersuchungen an 87 Vierteln Rindergefrierfleisch, 25 Lymphknoten und 60 Ladenproben, wobei ich 1703 Einzeluntersuchungen anstellte, führten zu folgenden Resultaten:

a) Muskulatur.

Im Versuch I fiel der pH-Wert von 6,22 nach dem Auftauen um 0,22 auf 6,0. Die Fleischreifung nahm also nach dem Auftauen ihren Fortgang. Es ist daraus zu schließen, daß, falls das Fleisch von gesunden Tieren stammt, eine ordnungsmäßige Kühlung nach Kallert (22) nicht erfolgt ist, denn nach der von Makarytscheff (28) angegebenen Kurve wird ein Durchschnittswert von 6.2 erst nach ca. 20 Stunden erreicht. Der Versuch zeigte, daß durch Gefriertemperaturen die fermentativen Vorgänge der Fleischreife zum Stillstand kommen, um nach dem Auftauen ihren Fortgang zu nehmen. Daß sich die pH schon bei Umgebungstemperaturen unter 0°C ändert, ist lediglich darauf zurückzuführen, daß die Temperatur im Innern des Fleisches, die das Thermometer anzeigt, eine niedrigere ist, als in oberflächlicher gelegenen Teilen.

Im Gegensatz zum Versuch I steht der Versuch II, denn hier sank der pH-Wert 5,87 auf 5,83, obgleich die Proben aus denselben Stellen (Zwerchfell) entnommen waren und die Umweltbedingungen praktisch die gleichen waren. Es erscheint jedoch zweifelhaft, ob hieraus zu schließen ist, daß die Fleischreifung auch während des Gefrierens weiterschreiten kann. M. E. müssen hier vielmehr andere Ursachen für das Verhalten

der Wasserstoffionenkonzentration heranzuziehen sein, denn auch Versuch III berechtigt zu der Annahme, daß die Fleischreifung erst nach dem Auftauen ihren Fortgang nimmt.

Weiter wurde in Versuch II wie auch in allen weiteren die Wasserstoffionenkonzentration vom Auftauen des Fleisches bis zum Auftreten von Zersetzungserscheinungen geprüft. An Hand der pH-Werte wurden die postmortalen Vorgänge bis zur Fäulnis beobachtet.

Zunächst konnte bestätigt werden, daß auch in Gefrierfleisch der pH-Wert in normaler Weise in den einzelnen Körperteilen sehr verschieden ist. So wurden im Unterarm Werte gefunden, die von den übrigen bis 0,5 und darüber abwichen. Bei einem pH-Wert von 6,0 bis 6,4 war die Beschaffenheit des Unterarmfleisches meist vollständig einwandfrei. Dementsprechend muß ein hoher oder niedriger Wert des Gefrierfleisches ganz verschieden gewertet werden, wie auch die weiteren Ergebnisse zeigen: Im Versuch III wurde in den Proben vom Hals bei einem Wert von 6,2 deutliche Fäulnis festgestellt. Im Zwerchfell waren die Zersetzungserscheinungen trockener, waren jedoch bei Werten von 6,2 deutlich festzustellen. Die Ansicht Lenfelds (26), daß ausgereiftes Fleisch, das in kleinen Stücken aufbewahrt war, und die pH 6,2 zeigt, fortgeschrittener Zersetzung verdächtig ist, konnte in diesem Versuch in vollem Umfang bestätigt werden, da das Fleisch mit diesen Werten Oberflächenfäulnis, sogar ausgeprägte grobsinnlich wahrnehmbare Zersetzungserscheinungen im Innern des Fleisches, oder wenigstens 24 Stunden später diese Veränderungen zeigte. — Die Wertunterschiede in den einzelnen Proben waren erheblich. Jeder Muskel zeigte andere Werte. Die Muskulatur im Unterarm scheint, wie bereits betont, eine Sonderstellung einzunehmen: Bei Werten von 6,4 war das Fleisch einwandfrei, erst bei pH 6,6 machen sich laut Versuch II die Zersetzungen bemerkbar. In Versuch IV wurde bei der pH 6,0 schon beginnende Zersetzung festgestellt. — Die Werte im Unterarm bestätigen ihre Sonderstellung. Am Anfang der Untersuchung wurden Werte ermittelt von 6,1—6,4 bei völlig einwandfreier Beschaffenheit des Fleisches. — Bemerkenswert ist, daß trockene Zersetzung, wie sie in diesem Versuch vorlag, die Wasserstoffionenkonzentration äußerst gering beeinflußt, während feuchte Fäulnis, wie sie in Versuch II und III vorlag, die pH sofort bedeutend verändert. — Bemerkenswert ist ferner, daß die in der Literatur angegebenen Fäulniswerte erst dann erreicht wurden, wenn sinnfällige Veränderungen vorlagen. — Die Ansicht Postmas (38), daß die pH im longissimus dorsi am geringsten ist, konnte in diesem, wie auch in Versuch III, bestätigt werden.

In Versuch V wurde Fäulnis festgestellt im Hals bei Werten von 6,2, im Zwerchfell bei 6,1. Das Fortschreiten der Fleischreife

während und nach dem Auftauen wurde durch ein Sinken der Wasserstoffionenkonzentration um 1,9 deutlich charakterisiert.

Versuch VI. Als Werte bei beginnender Fäulnis wurden festgestellt pH 6,2 (Versuch VIa). In Versuch VIb wurden schon bei pH 6,0 Veränderungen gefunden die zur Beanstandung führen. Entgegen der vorhergehenden Versuchsreihen wurden im Versuch VIII auffallend niedrige Werte nachgewiesen. Teilweise betrugen sie nur 5,6. Ich halte diese Ergebnisse für eine Bestätigung der von Lenfeld (26) vertretenen Ansicht, daß Fleisch aus der Tiefe — um solches handelt es sich jedenfalls bei Ladenproben — erheblich andere Werte zeigt, als Fleisch von der Oberfläche. Als Grenzwert beginnender Fäulnis wurde die pH 6,2 gefunden. — Zudem bewies dieser Versuch, daß in der Regel kleine Teile schneller verderben als größere.

Dieser Versuch war auch insofern interessant, daß er über die Haltbarkeit von Gefrierfleisch einige Rückschlüsse erlaubt. Ordnungsgemäß aufgetautes Gefrierfleisch, daß 4 Tage in größeren Stücken vorwiegend im Kühlraum (Temperatur ca +2 - 4°) gehalten wurde, ist auch in kleinen Portionen gut haltbar (VIIIa). Fleisch, das 7 Tage so behandelt wird, muß baldigst verzehrt werden da ein Teil innerhalb von 24 Stunden Zersetzungen aufwies (VIIIb). Noch vorsichtiger muß man mit kleinen Proben sein, die von einem bereits vor 18 Tagen aufgetautem Stück kommen. Schon aus diesen Versuchen geht hervor, daß der pH-Wert für die Beurteilung von Zersetzungserscheinungen nur in sehr bedingtem Maße herangezogen werden kann. Der pH-Wert schwankt bei Gefrierfleisch nicht nur weitgehendst in den einzelnen Körperregionen, sondern auch in den einzelnen Stellen selbst sind bei den verschiedenen Vierteln in meinen Versuchen große Unterschiede nachgewiesen, obgleich auf Grund des osteologischen und organoleptischen Befundes anzunehmen ist, daß es sich durchweg um gesunde Tiere gleicher Qualität und gleichen Alters handelte. Wie ich bereits ausgeführt habe, spielt es eine Rolle, ob das Fleisch vor dem Einfrieren ordnungsgemäß vorgekühlt ist. Zudem ist es wichtig, daß die Tiere vor dem Schlachten gut ausgeruht sind, da der pH-Wert direkt mit dem Glykogengehalt zusammenhängt.

Alle diese Faktoren müssen bei der Beurteilung des pH-Wertes berücksichtigt werden. Da es in der Regel sehr schwierig ist, den einzelnen Faktor richtig zu bewerten, und wir nicht wissen, ob nicht noch andere Momente hinzukommen, kann die pH-Zahl bei der Beurteilung von Gefrierfleisch nicht ausschlaggebend sondern nur richtungweisend sein.

b) Lymphknoten.

Meine Versuche, den pH-Wert der Darmbeinlymphknoten irgendwie für die Bewertung von Gefrierfleisch heranzuziehen,

kann nur im beschränkten Maße gewertet werden, da die Versuche zu gering sind. Immerhin war das negative Ergebnis (Tabelle VII) für mich Anlaß, von weiteren Versuchen abzusehen. Schon aus meinen Prüfungen dürfte hervorgehen, daß die Wasserstoffionenkonzentration der Darmbeinlymphknoten wenig Bedeutung für die Beurteilung von Gefrierfleisch haben wird.

D. Schlußsätze.

1. Der Reifungsprozeß setzt bei Gefrierfleisch erst nach dem Auftauen ein.

2. Die Wasserstoffionenkonzentration ist bei Gefrierfleisch an den einzelnen Teilen des Körpers sehr verschieden, auch die tieferen Schichten zeigen andere Werte als die oberen.

3. Die pH-Zahl ist bei dem in Zersetzung gehenden oder bereits fauligen Gefrierfleisch sehr verschieden; die Werte schwanken zwischen 6,0 und 6,5. Da also das eine Mal das Fleisch bei einer sehr niedrigen pH-Zahl schon verdorben sein kann, das andere Mal bei einer sehr hohen pH-Zahl noch frisch ist, kann die Wasserstoffionenkonzentration für die Bewertung der Frische von Gefrierfleisch nicht ausschlaggebend sein.

4. Die pH-Bestimmung in den Darmbeinlymphknoten kann auf Grund meiner Versuche für die Beurteilung von Gefrierfleisch nicht herangezogen werden.

5. Der pH-Wert von Gefrierfleisch hängt von der Vorbehandlung ab, die das Fleisch vor dem Einfrieren erfahren hat. Es spielt eine Rolle, ob das Fleisch vor dem Einfrieren ordnungsgemäß vorgekühlt war; zudem ist es wichtig, daß die Tiere vor dem Schlachten gut ausgeruht sind.

6. Im Kühlhaus aufbewahrtes Gefrierfleisch erwies sich 4 Tage nach dem Auftauen als vollkommen haltbar, 7 Tage nach dem Auftauen als mäßig haltbar und 18 Tage nach dem Auftauen als schlecht haltbar.

Am Schlusse meiner Arbeit möchte ich es nicht unterlassen, meinen Dank auszusprechen, Herrn Prof. Dr. Standfuß für die Überlassung des Themas, Herrn Schlachthofdirektor Dr. Rogge und Herrn Dr. Schütt, dem Leiter des Vet.-Untersuchungsamtes, deren Interesse mir erst die Anfertigung der Arbeit ermöglichte.

Literatur.

1) Andrejewski, L.: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Fleisch und zur Erkennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Ztschrft. Infkrkh. Haust. 32, 89 (1928).

2) Beller, Wedemann Priebe: Untersuchungen über den Einfluß der Kühlhauslagerung bei Hühnereiern. Ztschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 44 Anhang Sonderheft (1934).

3) Brochet, L.: pH-Zahl und Fleischbeurteilung. Paris Rev. gen. 39, 465—467 (1930) Ref. in Iber. Vet. med. 1930. 50, 1295 (1930).

4) Camus, J. P. E.: Schwankungen des pH-Wertes des Fleisches in Metzgereien. Paris. Diss. 1928. Iber. Vet. med. 48, 1195 (1928).

5) Claussen: Über die Wasserstoffionenkonzentration in Leber und Niere des Schweines. Zschrft. Infkrkh. 43, 126 (1933).

6) D'Autilia: Die pH-Zahl in der Beurteilung aufgetauten Fleisches Istit. d'Ig.e Bateriol., Univ. Bari. Clin. vet. 57, 1934. Ref. in Ibr. 56, 463 (1935).

7) Eberle, J.: Beiträge zur Biochemischen Fleischuntersuchung. Zschrf. f. Fleisch und Milchhyg. 41, 27 (1930).

8) Fooy, J. P.: Eine neue Methode zur Erkennung verdorbenen Fleisches. Nederl-Indie Bl. Diergeneesk. 41, 137—153 (1929) Ref. in Iber. Vet. med. 49, 1200 (1929).

9) Ders.: Messungen der Wasserstoffionenkonzentration und das Verderben von Fleisch J—A. Utrecht Ref. in Zschrft. f. Fleisch und Milchhyg. 42, 161 (1932).

10) Ders.: Die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration als Mittel zur Beurteilung des Fleisches. Tijdschrft. v. Diergeneesk. 58, 190 (1931) Ref. in Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 41, 377 (1931).

11) Ders.: Hat die Wasserstoffionenkonzentration Einfluß auf den Keimgehalt des Fleisches. Tijdschrft. v. Diergeneesk 59, 719 (1932) Ref. in Zschrft. der Fleisch- und Milchhyg. 43, 258 (1933).

12) Geiger, F.: Zur Bewertung der Wasserstoffionenkonzentration (pH) für die Untersuchung animalischer Lebensmittel und Untersuchungen über die Wasserstoffionenkonzentration in Rindereutern. Vet. med. Diss. Gießen 1936.

13) Gweninger: Die Bedeutung des Keimgehaltes und der Wasserstoffionenkonzentration für die Beurteilung von Wurst. Zschrft. f. Vet.-Kunde. 46, 205 (1934)

14) Gollnow, G.: Vereinfachte Methode zur Messung der Wasserstoffionenkonzentration in Lebensmitteln. Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 43, 269 (1933).

15) Grüttner, F.: Über die Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration als Hilfsmittel zur Beurteilung des Fleisches. Zschrft. Infkrkh. Haus. 36, 287 (1929)

16) Ders.: Fleischbeschau und Haltbarkeit des Fleisches. Berl tierärztl. Woschr. 45, 220 (1929).

17)) Ders.: Über Fäulnis bei Frischfleisch. Deutsche Schlachthofztg. 31, 267 (1931) u. 32, (1932).

18) Herzner und Mann: Studien über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Zschrft. f. Unters. d. Lebensmittel 215, (1926)

19) Hintersatz: Über die Wasserstoffionenkonzentration in Fischfleisch und ihre Bedeutung zur Feststellung der beginnenden Fäulnis. Berl. tierärztl. Wschrft. 47, 590 (1931).

20) Höll, K.: Indikatorpapierfolien. Dtssch. tierarztl. Woschr. 43, 289 (1928).

21) Horowitz-Wlassowa: Zur Frage der gesundheitlichen Beurteilung von Fleischwaren. Zschrft. f. Unters. d. Lebensmittel S 239 (1928).

22) Kallert, E.: Die Konservierung von Fleisch durch das Gefrierverfahren. Berlin 1926 Verlag R. Schoetz.

23) Katrandjieff, K.: Einige wissenschaftliche Fleischuntersuchungsarten. Rev. gen. med. Vet. 38, 641—651 (1929) Ref. in Iber. Vet. med. 49, II. 1199 (1929).

24) Keller, J.: Die postmortalen Abbauvorgänge in der Muskelfaserstruktur und ihre Auswertung in der Fleischbeschau Vet. med. Diss. Hannover 1923.

25) Lenfeld, J.: Untersuchungen und Beurteilung des Fleisches bei Notschlachtungen. Zschrft. Infkrkh. Haust. 35, 303 (1929).

26) Ders.: Zur Charakteristik der postmortalen Veränderungen des Fleisches gesunder, kranker und verendeter Tiere. Zschrft. Infkrkh. Haust. 36, 44 (1929).

27) Makarytscheff, G. A. Der Versuch einer biochemischen Fleischuntersuchung, nach der Methode von Andrejewski. Zschrft. Infkrkh. Haust. 37, 52 (1930).

28) Ders.: Die Wirkung niedriger Temperaturen auf chemo-fermentative Prozesse ungereiften Fleisches. Berl. tierärztl. Wschrft. 41, 523 (1928).

29) Ders.: Einige Daten über Kamelfleisch. Zeitschr. f. Fleisch-Milchhyg. 39, 69 (1928).

30) Messner, H.: Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis in der praktischen Lebensmittelkontrolle. Prag. Archiv. f. Tier- med. VII A. (1928) Ref. in Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 39, 69 (1928).

31) Ders.: Sicherstellung der ersten Fäulniserscheinungen bei praktischer Durchführung der Lebensmittelkontrolle. Zverolekarsky. olzov Nr. 11,12/13 (1928) Ref. in Iber. Vet. med. 48, 1195 (1928).

32) Naumann, E.: Ein einfaches Stufenkolorimeter zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration. Iber. Vet. med. 53, 377 (1933).

33) Von Ostertag, R.: Handbuch der Fleischbeschau. Stuttgart 1932. Verlag Ferd. Enke.

34) Ott, F.: Studien zur experimentellen Prüfung der Fleischgüte. Hannover 1934 Verlag M. u. H. Schaper.

35) van Oyen, C. F.: Die kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration, pH des Fleischextraktes und die Bedeutung dieser Größe für die Beurteilung des Fleisches. Zschrft. f. Fleisch- u. Milchhyg. 43, 429—431, 449—454 (1933).

36) Palotti, C.: Die Bestimmung des Zustandes beginnender Fäulnis von Rindfleisch. Istit. di. Jg. Univ. Modena. Ref. in Iber. Vet. med. 56, 297 (1934).

37) Poluektoff: Die Anwendung der Biochemischen Methodik von Andrejewski zur Feststellung der Unverdorbenheit des Fischfleisches. Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 43, 121 (1933).

38) Postma, C.: pH-Bestimmung in Fleischsäften. Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 44, 182—184, 206—108 (1934).

39) Ders.: Die Anwendung der pH-Bestimmung bei ungenügend ausgebluteten Schweinen. Tijdschrft. v. Diergeneesk, 60, 393 Ref. in Iber. Vet. med. 57, 232 (1935).

40) Profé: Praktische Methoden zum Nachweis der Bakterienvermehrung im Feisch und zur Eekennung vergiftungsgefährlichen Fleisches. Dtssch. tierärztl. Woschr. 37, 264 (1929).

41) Reisinger, M. C.: Die Bedeutung der Säuregradbestimmung im Fleisch. Tijdschrft. v. Diergeneesk. 58, Ref. in Iber Vet. med. 51, II. 1303 (1931).

42) Schmidt, Fr.: Die aktuelle Reaktion beginnender Fleisch fäulnis. Archiv. Hyg. 100, 377.

43) Schömmel: Über den Wert und die Bedeutung des Gefrierfleisches als Volksnahrungsmittel. Berl. tierärztl. Wschr. 40, 492—495, (1924).

44) Schoon, Ig.: Kolorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration in Fleischextrakten und der Wert dieser Bestimmungen für die Beurteilung des Fleisches kranker Tiere. Inaug.-Diss. Utrecht 1931. Ref. in Zschrft. f. Fleisch- und Milchhyg. 41, 445 (1931) und 42, 161 (1932).

45) Schoon und Ooms: Untersuchungen über den Säuregrad des Fleisches von gesunden und kranken Tieren. Tijdschrft. v. Diergenesk. 60, 393. Ref. in Iber. Vet. med. 54, 293 (1933).

46) Schönberg, F.: Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel. Berlin 1932 Verlag von R. Schoetz.

47) Ders.: Die Bedeutung der neuen Anlage 4 zu den B. B. A., gleichzeitig einige Bemerkungen zur Beurteilung notgeschlachteter Tiere unter Verwertung der pH-Messung im Fleisch. Berl. tierärztl. Woschrft. 52, 159 (1936).

48) Springfeld: Über den Wert und die Bedeutung des Gefrierfleisches als Volksnahrungsmittel. Berl. tierärztl. Woschr. 40, 541 (1924).

49) Tillmanns und Mildner: Über den Nachweis beginnender Fleischfäulnis. Zschrft. f. Unters. d. Lebensmittel 32, 65 (1921)

50) Tillmanns, Stroheker und Schütze: Studien über den Beweis beginnender Fleischfäulnis. Zschrft. f. Unters. d. Lebensmittel 42, 65 (1921).

51) Tillmanns: Die bei beginnender Fleischfäulnis auftretenden chemischen und physikochemischen Veränderungen. Zschrft. f. Unters. d. Lebensmittel 53, 44 (1926).

52) Turmandin, F.: Biochemische Methoden zur Bestimmung der Tauglichkeit des Fleisches. Prakt. Vet. S. 9, 59—65 (1928).

53) Valleyre, J. Ch.: Untersuchungen über die pH-Zahl von Würsten. Diss. Lyon 1933. Ref. in Iber. Vet. med. 56, 365 (1935).

Lebenslauf.

Am 10. April 1912 wurde ich, Heinrich Bömer, als Sohn des Landwirts Heinrich Bömer zu Bochum-Harpen geboren. Ich besuchte die dortige Volksschule von 1918—1921. Von 1921—1931 besuchte ich die Gymnasien zu Bochum, Düren-Rhld., und Recklinghausen und erhielt an letzterem Ostern 1931 das Zeugnis der Reife. 1931 begann ich meine Studien an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover. Dort bestand ich im August 1932 den ersten Teil der Naturwissenschaftlichen Prüfung, im März 1933 in Leipzig den 2. Teil. Dann studierte ich in Berlin, Hannover und Gießen. Am 25. Januar 1936 beendete ich in Gießen meine tierärztliche Fachprüfung. Vom 1. Februar bis 30. April 1936 bekam ich die Ausbildung über die Schlachtvieh- und Fleischbeschau und Lebensmittelkunde am städtischen Schlachthof in Bochum. Anschließend assistierte ich, bzw. vertrat ich prakt. Tierärzte in Freren (Hann.) und Waldbröl. Von Oktober bis Dezember 1936 genügte ich meiner Dienstpflicht als Freiwilliger.